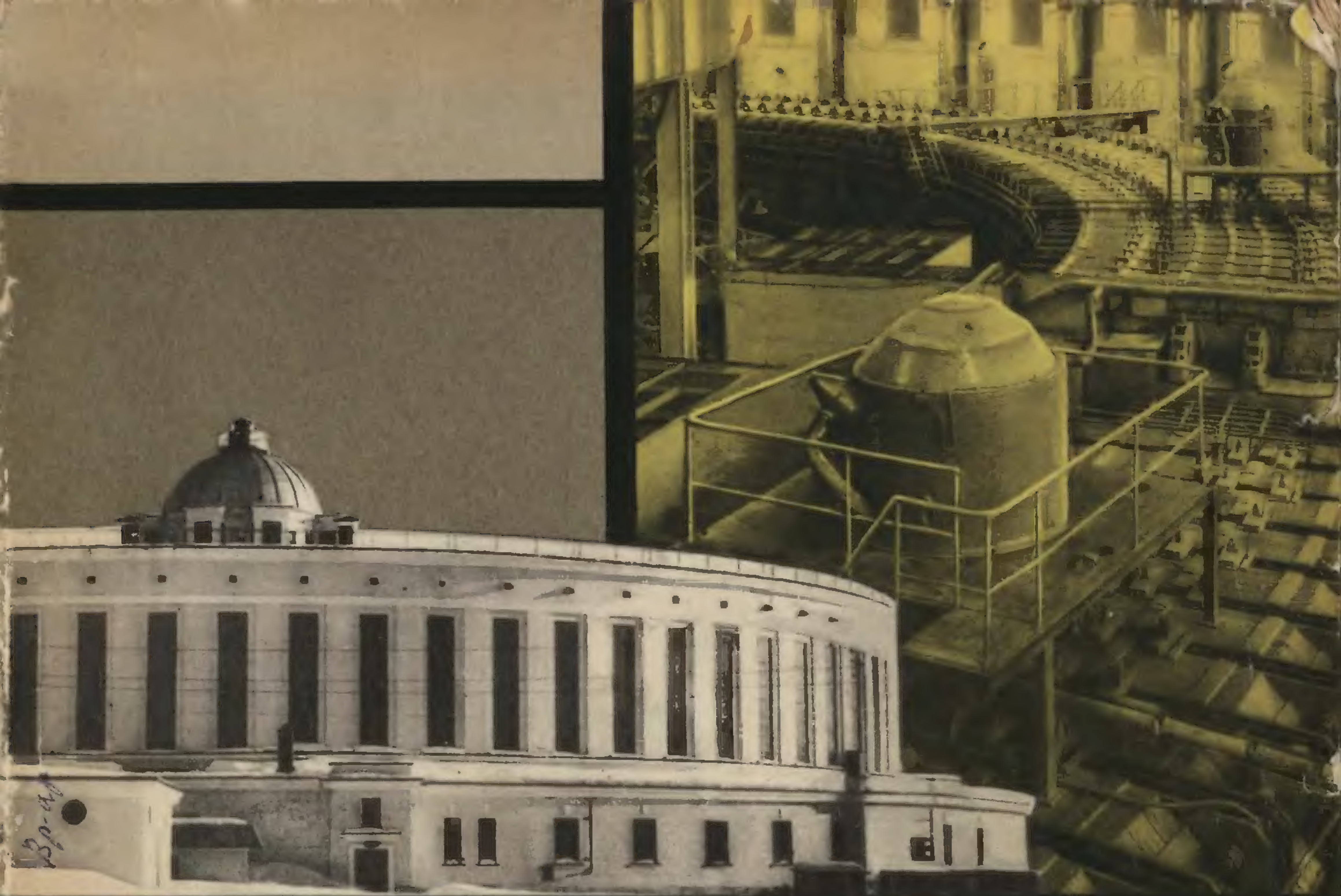
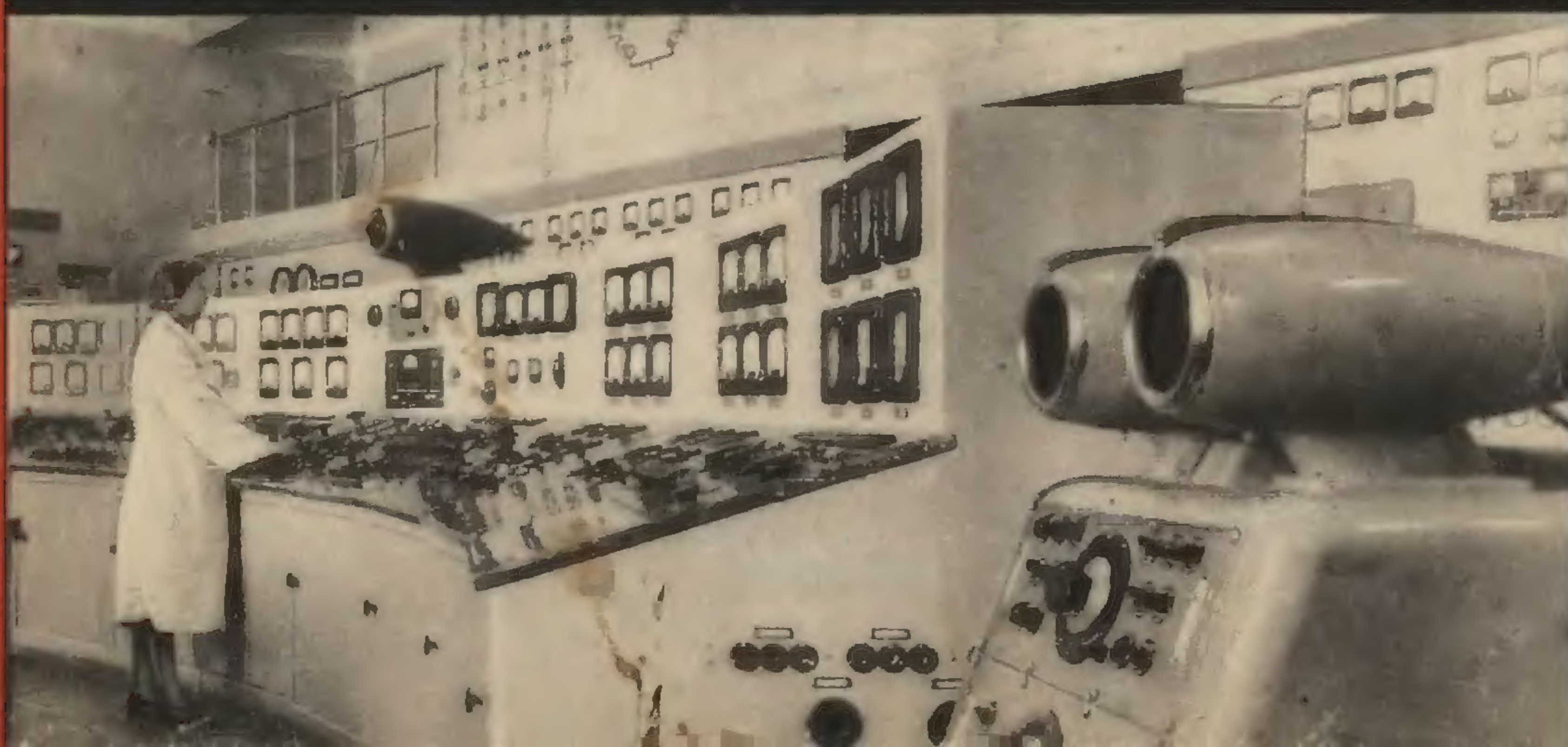




ПРИРОДА



6
1966

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор
АКАДЕМИК Д. И. ЩЕРБАКОВ

Доктор физико-математических наук
Д. А. ФРАНК-КАМЕНЕЦКИЙ (*заместитель главного редактора*); кандидат технических наук А. С. ФЕДОРОВ (*заместитель главного редактора*); академик А. И. БЕРГ; академик А. П. ВИНОГРАДОВ; действительный член АМН СССР В. В. ПАРИН; член-корреспондент АН СССР Б. Л. АСТАУРОВ; член-корреспондент АН СССР Л. А. ЗЕНКЕВИЧ; член-корреспондент АН СССР В. Л. КРЕТОВИЧ; член-корреспондент АН СССР Г. М. ФРАНК; доктор физико-математических наук С. П. КАПИЦА; доктор географических наук Л. А. Чубуков; кандидат философских наук Н. Ф. ОВЧИННИКОВ

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Академик А. Е. АРБУЗОВ (*органическая химия*); академик И. К. КИКОИН (*физика*); академик В. Н. СУКАЧЕВ (*ботаника*); академик Н. В. ЦИЦИН (*сельское хозяйство*); член-корреспондент АН СССР Э. А. АСРАТЯН (*физиология*); член-корреспондент АН СССР Б. И. ДЕЛОНЕ (*математика*); член-корреспондент АН СССР Б. М. КЕДРОВ (*философия естествознания*); член-корреспондент АН СССР Н. А. КРАСИЛЬНИКОВ (*микробиология*); член-корреспондент АН СССР В. А. МАГНИЦКИЙ (*геофизика*); член-корреспондент АН СССР Н. И. НУЖДИН (*биология*); член-корреспондент АН СССР Р. З. САГДЕЕВ (*физика*); член-корреспондент АН СССР А. П. ТЕРЕНТЬЕВ (*органическая химия*); член-корреспондент АН СССР И. И. ТУМАНОВ (*физиология растений*); доктор биологических наук А. Г. БАННИКОВ (*зоология*); доктор физико-математических наук Б. В. КУКАРКИН (*астрономия*); доктор философских наук Г. А. КУРСАНОВ (*философия*); доктор географических наук К. К. МАРКОВ (*география*); доктор биологических наук К. К. ФЛЕРОВ (*палеонтология*); доктор биологических наук А. Н. ФОРМОЗОВ (*экология зоогеография*)

В марте 1966 г. исполнилось 10 лет со дня основания Объединенного Института ядерных исследований в Дубне — крупнейшего научного центра по физике элементарных частиц.

В Институте активно сотрудничают ученые многих социалистических стран. За эти годы в нем создан ряд уникальных конструкций ускорителей и приборов для изучения микромира

Обложка художника *Е. В. Крылова*

ПРИРОДА

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ ЕСТЕСТВЕННО-
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ АКАДЕМИИ НАУК СССР

ГОД ИЗДАНИЯ ПЯТЬДЕСЯТ ПЯТЫЙ

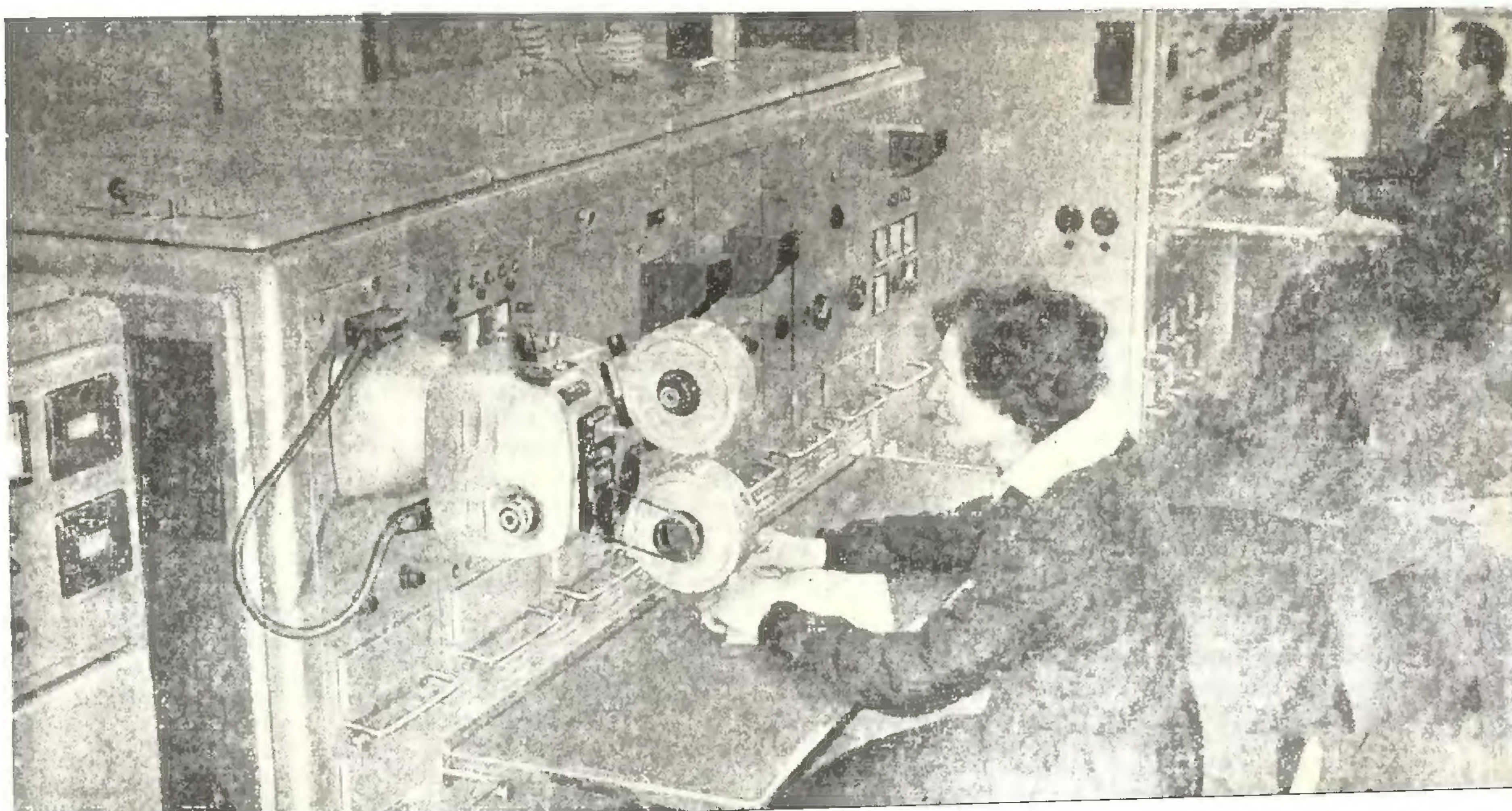
6
1966

В НОМЕРЕ:

- Советская наука в новом пятилетии. Космические исследования и земные проблемы. *В. И. Сифоров* (2). Богатства недр — на службу коммунизму. *[Д. И. Щербаков]* (3). Важнейший рычаг технического прогресса. *Б. Н. Петров* (4). Развивать медицинскую генетику. *А. Е. Гайсинович* (5).
- Космический век: исследование Луны. *Ю. Н. Липский, А. А. Гуриштейн* 6
- Памяти академика Д. И. Щербакова (вклейка)
- Объединенному институту ядерных исследований в Дубне — 10 лет. Беседа с акад. *Н. Н. Боголюбовым* 19
- Наука или сенсация? В защиту научной истины 20
- За двухсотградусным барьером. Направленный синтез теплостойких полимеров. *С. В. Владимиров, М. А. Карев* 25
- Световые волны с поперечными и продольными колебаниями. *А. В. Шубников* 33
- Ископаемые гиганты. История раскопок в Старуни. *К. А. Татаринев* 39
- Теория рудообразования и кибернетика. *Р. М. Константинов* 45
- Молибден в живых организмах и окружающей их среде. *В. В. Ковальский, Г. А. Яровая* 52
- Обзоры. Расшифровка структуры лизоцима. *В. И. Яковлева* 58
- Навстречу 50-летию Октября. Русский радий. *Э. И. Либман* 64
- У наших друзей. Формы стимуляции у растений. *Петр Илиев* 68
- Родная страна. Жемчужина Южного Забайкалья. *В. А. Фриш* 74
- В лабораториях ученых. Моделирование Тунгусского взрыва. *И. Т. Зоткин, М. А. Цикулин* 81
- Экспедиции. Геологи-аквалангисты на острове Медвежьем. *А. В. Лоскутов* 90
- Охрана природы. Обитатель высоких широт. *С. М. Успенский, Ф. Б. Чернявский* 97
- Богатства недр. Алмазы Якутии. *Б. М. Крятов* 100
- Записки натуралиста. Акробаты тропических лесов. О древесных кенгуру. *Даль Стивенс* 106
- Окраска цветов в различных широтах. *Г. А. Певцов, Б. Г. Певцов* 109

(Продолжение на 128 стр.)

В магнитно-ионосферной обсерватории Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР. Здесь размещены новейшие научные приборы и аппараты, позволяющие осуществлять вертикальное зондирование атмосферы с интервалами в 15 минут. На снимке: научные сотрудники ионосферной станции ведут наблюдение за состоянием верхних слоев атмосферы



СОВЕТСКАЯ НАУКА В НОВОМ ПЯТИЛЕТИИ

КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ЗЕМНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Член-корреспондент АН СССР В. И. Сифоров

Космические исследования с использованием методов и средств радиоэлектроники и радиосвязи планомерно развивались в Советском Союзе в течение более чем трех последних десятилетий в разнообразных направлениях. Целями и объектами этих исследований являлись: уточнение электрических и других свойств земной атмосферы и изучение происходящих в ней физических явлений; определение электрических и других свойств межпланетной среды в солнечной системе; изучение космического радиоизлучения, и в частности излучения, обусловленного радиогалактиками; исследование распространения радиоволн в околоземном и космическом пространстве и методов передачи различных видов информации; разнообразные медико-биологические наблюдения, в том числе изучение влияния невесомости на жизнедеятельность живых организмов, и многие другие. При помощи методов и средств радиоастрономии, радиолокационной астрономии, космических ракет и автоматических межпланетных станций получено много новых ценных научных данных о ближнем и дальнем космосе.

В Директивах XXIII съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1966—1970 годы предусмотрено дальнейшее изучение космического пространства и использование полученных результатов для совершенствования радиосвязи, радионавигации и телевидения, метеорологической службы и других практических целей.

Советский спутник связи «Молния-1» положил начало построению систем дальних связей и других важных применений искус-

ственных спутников Земли для решения многих земных проблем. Оснащенные необходимыми радиотехническими средствами спутники помогут лучше наладить службу навигации на море и в воздухе. Корабль, находящийся в любой точке океана, сможет сделать запрос по радио на один из спутников Земли и получить точные данные о местоположении и скорости движения этого или другого спутника в данный момент. На основе сведений о движении спутника и параметров его орбиты штурман сумеет точно рассчитать положение корабля в океане.

Большую помощь спутники окажут и в коренном улучшении метеорологической службы. Сейчас на всей нашей планете действует около 10 тыс. метеорологических станций. Однако они не охватывают всех районов земного шара. При помощи спутников в недалеком будущем представляется возможным создать глобальную или, иначе говоря, охватывающую всю нашу планету систему наблюдения и изучения метеорологических данных и передачи их вместе со сведениями земных метеостанций в центры сбора информации.

Важное значение для решения многих земных задач имеют исследования процессов, происходящих на Солнце. Более глубокие знания этих процессов позволят улучшить службу прогнозов распространения радиоволн в земной атмосфере, так как ее состояние существенно зависит от деятельности Солнца.

Для улучшения службы радиосвязи на Земле через искусственные спутники Земли, наряду с активными системами, подобными «Молнии-1», перспективны также и системы

пассивного и полупассивного типа. В этих последних системах эффективно используются антенны, обладающие способностью отражать радиоволны в том направлении, откуда они приходят. Широкие перспективы

для улучшения связи открываются также использованием методов и средств квантовой электроники, и в частности квантовых генераторов когерентного излучения, а также полупроводниковых приборов.

БОГАТСТВА НЕДР — НА СЛУЖБУ КОММУНИЗМУ!

Академик Д. И. Щербakov

Мне, как геологу и научному работнику, хочется отметить глубокую продуманность отдельных положений Директив при хорошей увязке интересов наших национальных республик с общегосударственными интересами всей страны в целом. Важно, что привлечено внимание к более рациональному размещению производительных сил и вовлечению в хозяйственный оборот наиболее перспективных природных ресурсов. Вместе с тем в Директивах говорится о расширении научных работ по изучению земной коры и закономерностей размещения месторождений полезных ископаемых для лучшего использования природных ресурсов. Кроме этих общих положений даны многочисленные конкретные указания на необходимость резкого увеличения добычи нефти, природных газов, железной руды, цветных металлов, различных редких элементов и т. д. За каждым из них я ясно вижу необходимость проведения огромного объема научно-исследовательских и геологоразведочных работ.

Вряд ли в настоящее время в геологической науке можно назвать более актуальные работы, чем весь цикл исследований, касающихся изучения особенностей строения земной коры и закономерностей размещения в ней полезных ископаемых. Успехи современной геохимии и геофизики опрокинули наши еще недавние упрощенные представления о модели земной коры — в виде трехслойного тела, подстилаемого всюду одинаковой по составу мантией. На самом деле такой идеальный разрез выдерживается лишь в немногих пунктах земной коры и скорее является исключением, чем общим правилом. Буквально за последние месяцы мы, геологи, научились лучше дешифровать

каменные «письмена» — горные породы и в ряде таких пород начинаем видеть «посланцев» из глубоких недр Земли; без сверхглубокого бурения они нам казались совершенно недоступными. Так, например, во время последнего рейса «Витязя» в западной части Индийского океана при помощи глубокого драгирования подняли со дна срединно-океанического рва обломки ультраосновных пород (обедненных кремнекислотой), содержащие выделения хромита и других минералов, свойственных верхней части мантии. Такие работы, проведенные на ряде пересечений, отстоящих сравнительно далеко один от другого, указывают на общность этого явления, характеризующего строение глубоких частей океанических рвов как разломов, которые непосредственно соприкасаются с мантией Земли. Это дает нам основание полагать, что в ближайшие годы будут еще найдены многочисленные свидетели глубинных явлений, доступные прямому наблюдению геологов.

Огромные успехи поисково-разведочной службы за истекшую семилетку показывают поистине неисчерпаемые возможности новых находок полезных ископаемых, даже в таких районах, которые казались изученными до конца. К таким находкам, например, относятся коренное золото месторождения Мурун-Тау в Узбекистане, новый нефтегазоносный район на Мангышлаке в Казахстане и древнейшей нефти в недрах Иркутского амфитеатра, медь в Читинской области и ряд других месторождений, перечислить которые просто невозможно. Это показывает, что советские геологи, вооруженные мощной техникой, новыми научными приборами и новыми идеями, способны решать самые сложные задачи, чтобы обеспе-

чить народное хозяйство всеми необходимыми полезными ископаемыми.

Но в настоящее время мы должны не только искать новые месторождения, но и научиться комплексно их осваивать, с минимальными потерями извлекать из недр все полезные компоненты. В этом — огромные, еще неиспользованные возможности увеличения запасов полезных ископаемых за счет известных и даже освоенных месторождений.

Таким образом, перед геологами открываются широкие пути для дальнейшего при-

ложения творческих сил, и нужно только пожелать, чтобы им поскорее были созданы условия для повышения производительности труда. Необходимо перевооружить научно-исследовательские институты, оснастить их новейшими совершенными приборами. Одновременно нужно также повысить уровень преподавания геологических наук в ВУЗах с тем, чтобы молодые специалисты выходили на жизненную дорогу, владея методами математического анализа и таких точных наук, как физика и химия.

ВАЖНЕЙШИЙ РЫЧАГ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

Академик Б. Н. Петров

Большое внимание в Директивах съезда по пятилетнему плану уделяется вопросам автоматизации. В этой краткой заметке я хотел бы остановиться на задачах теории автоматического управления (технической кибернетики).

За последние годы в теории автоматического управления произошли качественные изменения. Она обогатилась новыми идеями и принципами, значительно расширила сферы своего влияния. Ранее главными областями автоматизации были отдельные процессы или движущиеся объекты. Теперь речь идет уже об автоматизации схем, машин и целых производств. Новейшими сферами стали область оперативного управления и область процессов, которые раньше были уделом умственной деятельности человека, — проектирование, обучение, распознавание образов, научно-исследовательская работа.

Наряду с проблемами повышения точности, быстродействия, помехоустойчивости и надежности значительное место заняли проблемы оптимального управления.

Большое внимание привлекла идея создания устройств, самоприспосабливающихся к внешним условиям. Раньше этим свойством обладала только живая природа. Сейчас же выдвигается идея обучения машин и построения самообучающихся и самонастраивающихся машин. Делает первые шаги бионика. Широкое народнохозяйственное значение начинает приобретать новый раздел

технической кибернетики — теория передачи и обработки информации.

Зарождается важная составляющая кибернетики — теория больших систем — научная основа оперативного управления сложными комплексами — заводами, фабриками, энергосистемами. Теория больших систем может быть использована и для научной организации проектирования новых объектов и систем.

Проблема автоматизации оперативного управления становится особенно актуальной в связи с задачами перестройки управления народным хозяйством, поставленными сентябрьским Пленумом ЦК КПСС. В последнее время все в большей степени переплетаются технические и экономические проблемы автоматизации. Так, например, от автоматизации оперативного управления можно ожидать значительного экономического эффекта, во многих случаях большего, чем от автоматизации технологических процессов.

Наиболее важными проблемами в настоящее время являются управление большими системами, в том числе управление отдельными предприятиями и целыми отраслями промышленности и сельского хозяйства, создание специальных автоматических управляющих машин и систем, автоматизация умственного труда, автоматизация сбора и обработки информации, автоматизация экспериментальных и научно-исследовательских работ.

Несомненно, решения XXIII съезда Коммунистической партии открывают широкие перспективы для дальнейшего развития науки об управлении, разработки проблем оперативного управления, значительного

расширения производства научных приборов, средств автоматизации и вычислительной техники и создания системы вычислительных центров, согласованной с единой системой связи.

РАЗВИВАТЬ МЕДИЦИНСКУЮ ГЕНЕТИКУ

А. Е. Гайсинович
Доктор биологических наук

В Директивах XXIII съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1966—1970 гг. есть специальное указание на необходимость «предусмотреть в пятилетнем плане.... разработку проблем генетики наследственных заболеваний». Это указание весьма актуально и своевременно. Медицинская генетика и генетика человека вообще у нас значительно отстают от общего мирового уровня развития этих областей знания. Они особенно пострадали в период господства в нашей биологии субъективистских взглядов противников «менделизма-морганизма».

Лишь в последние годы были приняты меры по развитию медицинской генетики у нас в стране. В системе Академии медицинских наук СССР в настоящее время существуют четыре лаборатории, изучающие наследственные болезни человека: лаборатория медицинской генетики в Ленинграде, лаборатория кардиологии человека Института морфологии человека АМН СССР, лаборатория цитогенетики Института экспериментальной и клинической онкологии, отдел нейрогенетики в Институте неврологии АМН СССР. Частично вопросами медицинской генетики занимается и лаборатория биохимической генетики Института экспериментальной медицины АМН СССР. Однако эти лаборатории лишь частично охватывают широкую область медицинской генетики. Наиболее интенсивно в ней разрабатываются исследования по хромосомным болезням человека. Довольно широко представлена также тематика по наследственным болезням нервной системы, все же остальные области наследственных заболеваний человека остаются почти полностью вне поля зрения существующих лабораторий.

Необходимо организовать при существующих институтах лаборатории по изучению других форм наследственных заболе-

ваний человека, прежде всего в отношении наследственных заболеваний сердечно-сосудистой системы, кожных и глазных болезней.

Насущной необходимостью медицинской генетики является восстановление исследований по близнецам. Близнецы — неоценимый материал для определения наследственной природы тех или иных нормальных и патологических особенностей человека. Во всех странах мира подобные исследования проводятся уже в течение десятков лет. Возобновление сбора материалов как по близнецам, зарегистрированным еще в 30-х годах, так и ныне рождающимся в пределах СССР, необходимо поручить особому «близнецовому центру», который должен быть незамедлительно создан при каком-нибудь общеклиническом научно-исследовательском медицинском учреждении.

Крайне необходимо также организовать медико-генетические консультации из компетентных специалистов, хотя бы по одной в каждом из крупнейших научных центров нашей страны. Такие консультации должны давать научные советы всем лицам, желающим иметь детей, предупреждая их о возможных протопозказаниях к этому.

Однако чтобы справиться со всеми этими многообразными задачами, стоящими перед медицинской генетикой у нас в стране, необходимо резко поднять темпы подготовки кадров специалистов-генетиков с медицинским образованием в самых различных областях. Между тем еще не разработаны даже стандартные программы по преподаванию как общей, так и специальной медицинской генетики и не определено место их в учебных планах мединститутков. Отсутствуют учебники и учебные пособия по общей и медицинской генетике.

Необходимо срочно решить все эти вопросы.

Космический век: ИССЛЕДОВАНИЕ ЛУНЫ

Ю. Н. Липский
А. А. Гурштейн

Государственный астрономический институт
им. П. К. Штернберга (Москва)

1966 год отмечен полетами «Луны-9» и «Луны-10» — событиями, которые по праву стоят в одном ряду с такими великими научными свершениями, как первый запуск искусственного спутника Земли и первый полет космического корабля с человеком на борту. Комментарии прессы по поводу мягкой посадки «Луны-9» на поверхность нашего вечного спутника во всех частях света единодушны. «Луна-9» — выдающееся достижение советской науки. Столь же восхищенные отклики обошли мировую печать и по поводу запуска в дни работы XXIII съезда КПСС первого в истории искусственного спутника Луны.

По траекторно-скоростным особенностям проблема полета к Луне распадается на цепь более или менее самостоятельных задач различной степени сложности: пролет близ Луны; прицельное попадание в заданный район; облет вокруг Луны; жесткая посадка с частичным гашением скорости у поверхности; выход на окололунную орбиту; мягкая посадка с практически полным гашением скорости у поверхности; посадка и возвращение на Землю.

Каждая из последующих задач сложнее предыдущей. Они образуют как бы единую «траекторно-скоростную лестницу».

Значение полетов в межпланетном пространстве, и особенно полетов к Луне, не ограничивается «зримыми» результатами научного и инженерного экспериментирования. Успехи космических исследований — показатели технического прогресса. Преодоление возникающих технологических барьеров, восхождение на каждую новую ступень «траекторно-скоростной лестницы» — это шаги на волнующем пути жителей Земли к Луне, первому внеземному полигону человечества. Известно, какое большое внимание уделяется в СССР проблеме исследования Луны космическими средствами.

Первая космическая пятилетка (1957—1962 гг.) прошла под знаком триумфальных достижений СССР во всех областях космических исследований, в том числе и в исследовании Луны.

Американскими учеными была составлена программа исследования, которая, однако, из-за ряда неудач не была выполнена и лишь весной 1959 г., на траекторию в сторону Луны был выведен космический зонд «Пионер-4», который прошел от нее на значительном удалении, выполнив свою миссию отнюдь не в полном объеме.

За тот же период в ходе трех запусков СССР последовательно добился реализации траекторий пролета, попадания и облета Луны. Были отработаны бортовая и наземная аппаратура, доставлен на Луну советский вымпел и получены первые фотографии обратной стороны Луны. Полеты этих космических зондов дали в руки ученых ценные сведения о физических условиях в космическом пространстве.

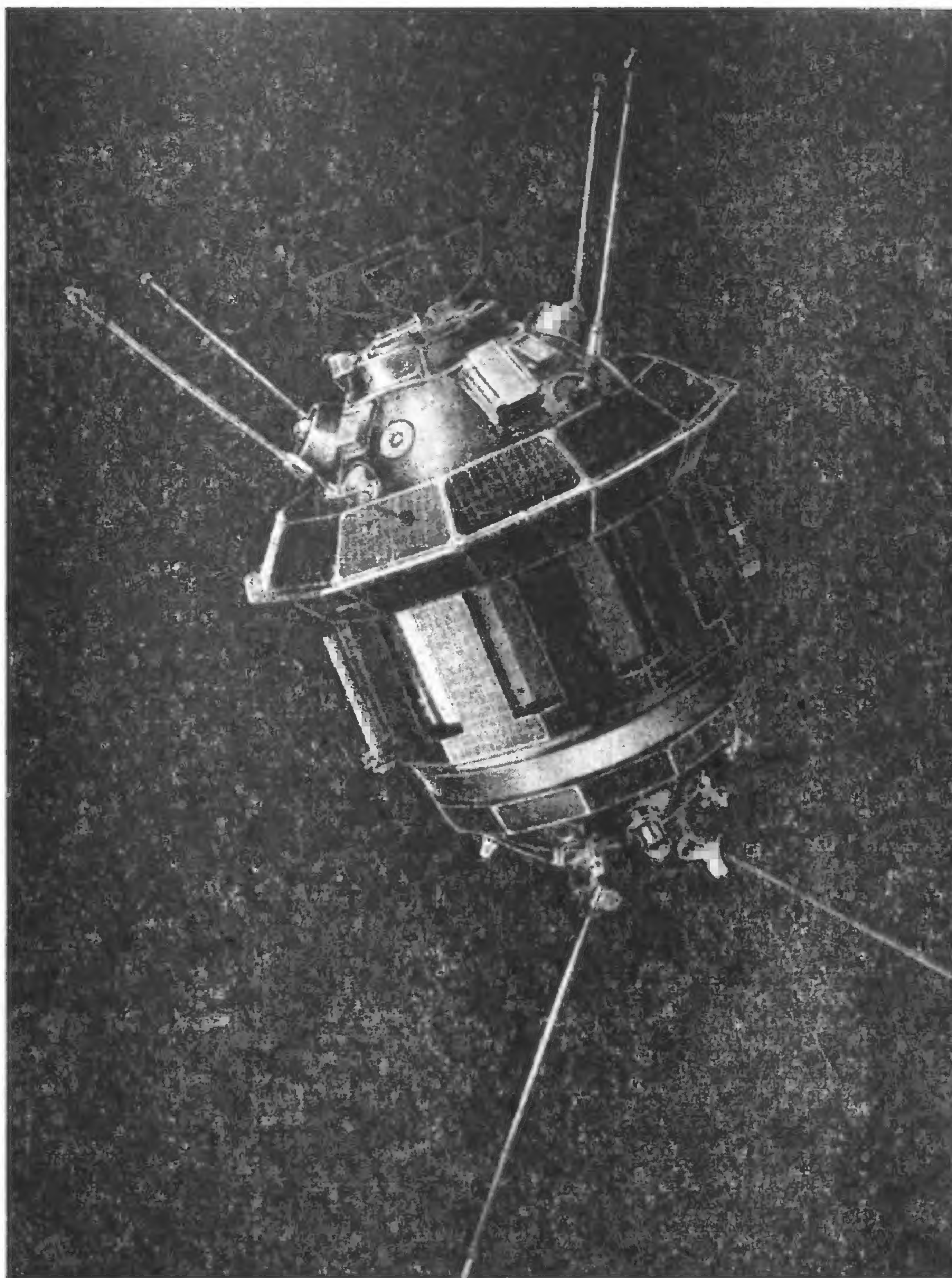
Огромные заслуги в становлении и развитии советской космонавтики принадлежат безвременно скончавшемуся в январе 1966 г. выдающемуся ученому, талантливому организатору, крупнейшему конструктору ра-

кетно - космических систем, дважды Герою Социалистического Труда, лауреату Ленинской премии, академику Сергею Павловичу Королеву.

В новой космической «пятилетке» Соединенным Штатам удалось осуществить вторую часть программы «Рейнджер» — прицельное попадание в Луну с фотографированием при подлете (1964 — 1965 гг.). Фототелевизионные камеры передали на Землю снимки отдельных участков лунной поверхности с близкого расстояния. Однако в этих полетах уже не фигурировала задача даже жесткой посадки: никакого гашения скорости на заключительной стадии не происходило, и аппараты со всем оборудованием погибали при контакте с поверхностью.

Тем временем, на протяжении 1965 г., в Советском Союзе проведен ряд запусков космических аппаратов с целью отработки элементов мягкой посадки. Внимание всего мира привлек в том же году и полет автоматической станции «Зонд-3», которая в ходе испытания бортового фототелевизионного комплекса получила и передала на Землю фотографии восточного сектора обратной стороны Луны, оставшегося неотснятым в 1959 г. Фотографирование обратной стороны Луны этим было практически полностью завершено.

3 февраля 1966 г. советская наука и техника добились нового огромного успеха: была осуществлена мягкая посадка космической автоматической станции «Луна-9» на Луну. Станция передала уникальные сним-



Общий вид советской автоматической межпланетной станции «Луна-3»

ки поверхности нашего естественного спутника и данные об уровне радиации. 3 апреля 1966 г. был создан искусственный спутник Луны.

СКВОЗЬ ИГОЛЬНОЕ УШКО

Первую фазу подготовки полета космического корабля в сторону Луны можно уподобить продеванию нитки сквозь игольное ушко. Многочисленные требования к маневрированию диктуются тремя движениями Земли и Луны в пространстве: месячным вращением Луны около своей оси, ее обращением с тем же периодом вокруг Земли и суточным осевым вращением Земли.

Как правило, принципиальное значение для достижения целей полета имеет положение Солнца и Земли при наблюдении из намеченной для попадания точки Луны. Характер периодически изменяющегося взаимного расположения Солнца, Земли и Луны, тем самым, и определяет допустимый период запуска аппарата в течение месяца.

В зависимости от мощности ракеты-носителя, выбранного на Луне района попадания и некоторых иных факторов можно рассчитать на данный период траекторию полета корабля — «лунный коридор», который жестко фиксирован в инерциальной системе координат в пространстве. Ширина «лунного коридора» связана с возможностями коррекции движения аппарата на мар-

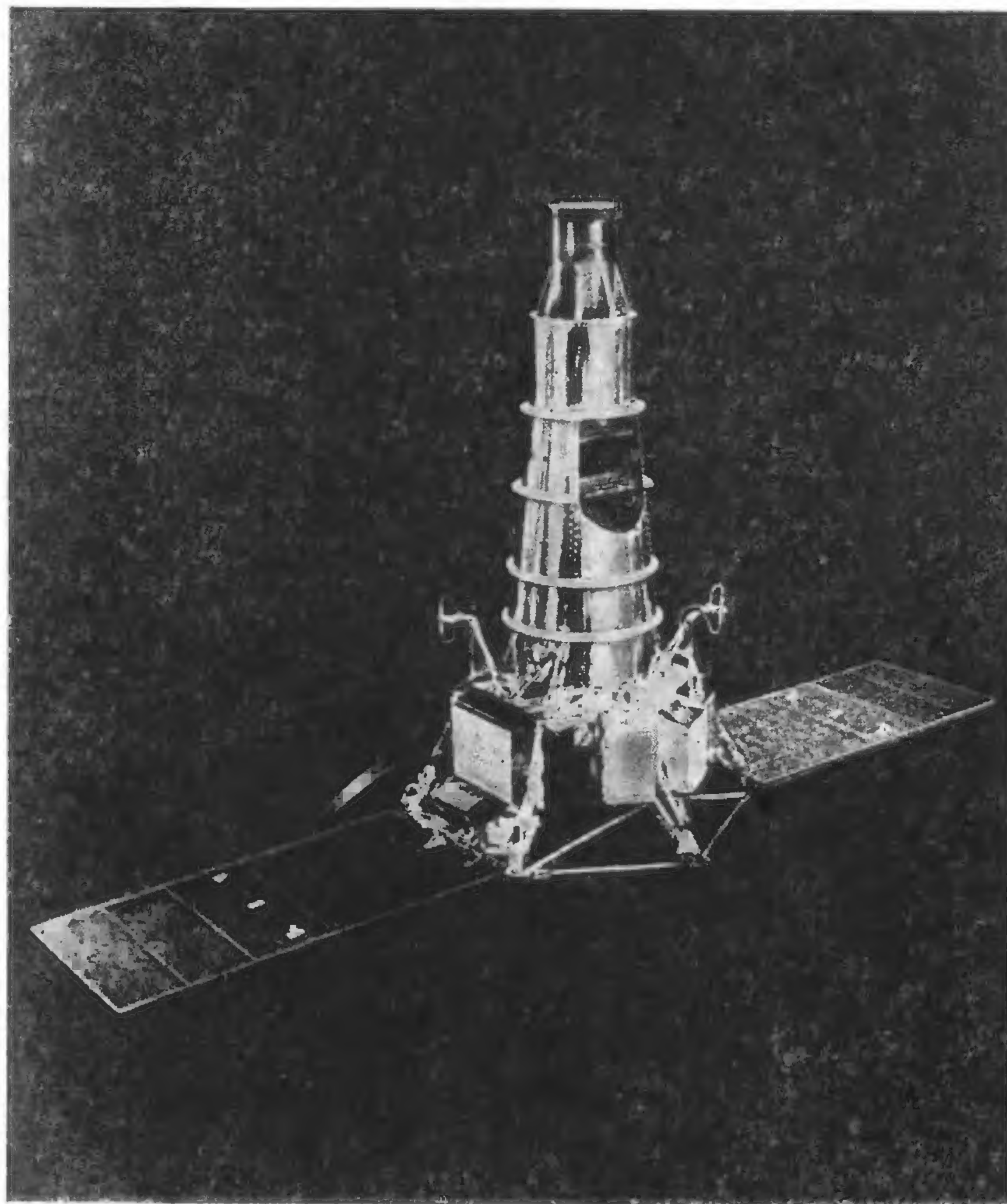
шевом участке траектории: чем ограниченнее возможности коррекции, тем уже «лунный коридор». Суточное вращение Земли при его расчете роли не играет. Принимаются во внимание только текущие координаты центров масс Земли, Солнца и Луны.

Для запуска аппаратов в сторону Луны выгодно прибегать к промежуточной орбите, или, как ее называют, «орбите ожидания». Первоначально корабль выходит на промежуточную орбиту спутника Земли и только спустя некоторое время, путем нового включения двигателя, меняет плоскость движения и проскакивает в «игольное ушко» — входит в «лунный коридор».

Вывести аппарат на орбиту ожидания и следить за ним при помощи наземного комплекса радиотехнических средств можно далеко не при любом расположении «лунного коридора» относительно космодрома. Интервал времени, в продолжение которого запущенный с данного космодрома корабль успевает при соблюдении необходимых условий попасть в свой «лунный коридор», определяет «окно» для запуска внутри суток.

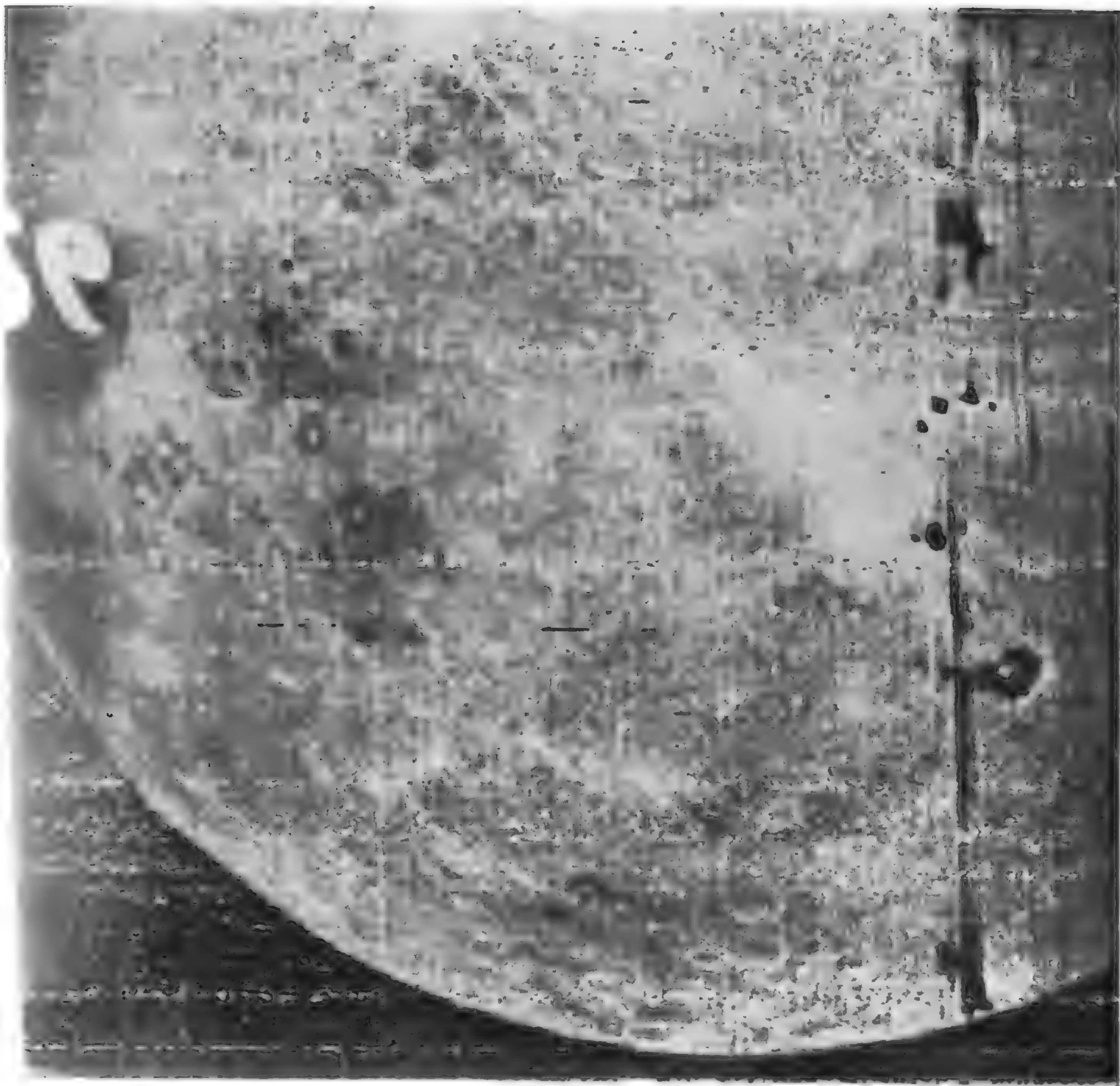
Рассмотрим для примера детали полета советской межпланетной автоматической станции «Луна-9»¹. После старта 31 января 1966 г. «Луна-9» была выведена на «орбиту ожидания», плоскость которой была наклонена к плоскости земного экватора на 52°. Апогей промежуточной орбиты составлял 224 км, перигей — 173 км.

Сделав несколько менее витка, станция «Луна-9» была разогнана до скорости близкой ко второй космической (свыше 11 км/сек) и ушла в «лунный коридор». Вес ее в это вре-



Американский космический зонд «Рейнджер-7»

¹ См. «Правду» от 6 февраля 1966 г.; «Известия» от 7 февраля 1966 г.



Новая порезанная часть одного из крупномасштабных снимков 1959 г. обратной стороны Луны. На этой фотографии одновременно выявлены изображения Моря Кризисов, Моря Плодородия, кратера Джордано Бруно с исходящими из него светлыми лучами и многие другие объекты, ранее выявлявшиеся лишь на отдельных фотометрических разрезах



Вверху: фотография невидимой с Земли стороны Луны, полученная с помощью советской автоматической межпланетной станции «Зонд-3». Снимок сделан 20 июля 1965 г. в 5 час. 07 мин. по московскому времени. Справа на фотографии расположена окраина Океана Бурь и светлая область вокруг кратера Эйштейн А. На снимке хорошо видны лучевые системы, протяженные цепочки кратеров и другие детали невидимого полушария Луны. *Внизу:* фрагменты лунных панорам, полученных с борта советской автоматической станции «Луна-9» при разных высотах Солнца; *слева* — фрагмент I панорамы, *справа* — III панорамы

мя составлял 1583 кг. В ночь с 31 января на 1 февраля наземный комплекс радиотехнических средств на пунктах космической связи после необходимых измерений установил, что «Луна-9» движется по траектории, проходящей от центра Луны на расстоянии 10 тыс. км; такая величина находится в пределах возможностей коррекции.

Исходные данные для корректировочного маневра были переданы по радиоканалам с Земли. После команды на выполнение маневра станция действовала самостоятельно. В 19 час. 29 мин. всемирного времени 1 февраля была включена двигательная установка, в результате чего скорость движения станции изменилась на 71,2 м/сек, а реальная траектория стала проходить практически через расчетную точку. При выполнении коррекции требуется исключительная точность — ошибка в величине скорости, равная 10 см в секунду вызывает при попадании в цель погрешность более 10 км.

В дальнейшем началась подготовка к наиболее ответственной фазе полета — торможению и мягкой посадке. Исходные данные для сеанса торможения были переданы на борт «Луны-9» 3 февраля к 13 часам по всемирному времени. Ориентирование сопла двигательной установки станции вдоль лунной вертикали произошло на высоте порядка 8300 км над поверхностью. Эта ориентировка сохранялась приблизительно в течение часа. Перед посадкой от станции были отделены два отсека с уже отработавшей и не используемой на этой стадии полета аппаратурой. За 48 сек. до посадки включилась тормозная двигательная установка. Система управления обеспечила гашение скорости с 2,6 км в секунду до нескольких метров в секунду на малой высоте над поверхностью.

Лунная автоматическая станция прилунилась в 18 час. 45 мин. 30 сек. 3 февраля (по всемирному времени).

О ЧЕМ ПОВЕДАЛА НЕВИДИМКА

Безжизненная Луна, где следы минувших космогонических катаклизмов не стерты разрушающим действием воды и ветра, хранит ключ к познанию законов эволюции не только Земли, но и, в известной мере, всей солнечной системы.

Если видимая и обратная сторона Луны окажутся морфологически различными, то появится основание считать, что ее эволюция

в некоторых отношениях обусловлена специфически «однобоким» воздействием Земли. Изучение морфологической структуры нашего естественного спутника должно открыть пути для проверки донныне спорных предположений: о захвате некогда Луны Землею, о возникновении лунных морей в результате спорадических столкновений с планетезималями и многих других. Так, до 1959 г. высказывания об асимметрии Луны были всего лишь предположением. Ответить на многие из этих вопросов помогли снимки ее невидимого полушария, произведенные «Луной-3».

Фотографирование обратной стороны Луны производилось в течение 40 мин. утром 7 октября 1959 г. с расстояния менее 70 тыс. км. Фототелевизионная система, снабженная двумя объективами с фокусным расстоянием 200 и 500 мм и относительными отверстиями соответственно 1 : 5,6 и 1 : 9,5, производила съемку на специальном образом защищенную от действия космической радиации пленку, шириною 35 мм. После экспонирования пленка была согласно запрограммированным командам проявлена, отфиксирована и просушена малогабаритным автоматическим устройством. Телепередача изображений велась по радиоканалам после сближения станции с Землей — это были первые в истории человечества фотографии небесного тела, переданные из межпланетного пространства.

Особые заботы возникли еще задолго до полета станции — при выборе территории, которую следовало отснять «Луне-3». Требования на этот счет отличались противоречивостью. С одной точки зрения, для привязки обнаруживаемых объектов к единой селенографической системе координат фотографии должны были содержать достаточное число известных деталей видимого полушария. Те же детали предстояло использовать в качестве эталонов при дешифрировании фотоснимков. Из-за значительных перспективных искажений у лимба представлялось нежелательным, чтобы детали видимого полушария располагались лишь в краевой зоне. С другой точки зрения, первое фотографирование невидимого полушария Луны, естественно, должно было охватывать возможно большую часть дотоле никем не изучавшейся поверхности. Наконец, не лишне напомнить, что вид лунных образований существенно связан с условиями солнечного освещения. Оpozнaвание деталей надежно лишь

при боковом освещении; при фазах, близких к полнолунию, контрастность резко падает.

Поскольку при полете «Луны-3» основными признавались задачи изучения возможно большей поверхности нашего спутника, окончательно было решено обеспечить максимальную информацию об обратной стороне Луны в целом. Фотоснимки охватили площадь свыше 10 млн. км², в результате чего появилась возможность судить о 80% всей поверхности Луны. Неблагоприятные условия освещения были скомпенсированы обработкой снимков методом фотометрических разрезов¹.

Результаты разностороннего и обстоятельного анализа фотографий, переданных «Луной-3», объединены в «Атласе обратной стороны Луны» (Изд-во АН СССР, 1960). В нем содержатся селенографические координаты и описание 498 обнаруженных на фотографиях образований, причем около ста из них относятся к краевой зоне видимого полушария Луны; данные о последних значительно уточнены. Все образования разделены на три категории достоверности. К первой, высшей, категории относится 251 объект, ко второй — 190 и к третьей — 57. Восемнадцати образованиям на обратной стороне Луны присвоены собственные наименования.

В результате изучения фотографий 1959 г. была отвергнута бытовавшая с начала века гипотеза Юлиуса Франца о сплошном поясе лунных морей. Обратная сторона Луны оказалась бедной морями, более светлой и более гористой. По сравнению с видимой стороной концентрация кратеров на ней значительно выше.

Сделанный в итоге вывод о реальности асимметрии Луны имеет огромное принципиальное значение. Так впервые приоткрылась завеса тайны, окружавшая обратную сторону Луны на протяжении столетий.

МИССИЯ ДЕВЯТИ СКИТАЛЬЦЕВ

Неудачи 1958—1959 гг. вызвали в США необходимость изменения лунной программы. В конце 1959 г., уже после полета «Луны-3», было принято решение об изменении основных принципов проектирования лун-

ного аппарата. Еще до рождения аппарата нового типа ему присваивается наименование «Рейнджер», что значит по-русски «бродяга», «скиталец».

Исполнение программы «Рейнджер», было возложено на Лабораторию реактивных двигателей Технологического института в Пасадене, штат Калифорния.

Девять аппаратов «Рейнджер» подразделялись на три группы. Два первых аппарата вообще не предполагалось посылать к Луне. Их должны были запускать с испытательными целями на орбиты спутников Земли.

Основной задачей трех следующих аппаратов считалась доставка к Луне «говорящего мяча» — сферического контейнера весом в полтора килограмма, с сейсмометром, гамма-лучевым спектрометром, датчиками температуры и другой измерительной и передающей аппаратурой. Сохранность контейнера при жесткой посадке на лунную поверхность должна была гарантироваться снижением скорости с 8-9 тыс. км/час до 450—480 км/час. Запуски предполагалось осуществить весной 1961 г.

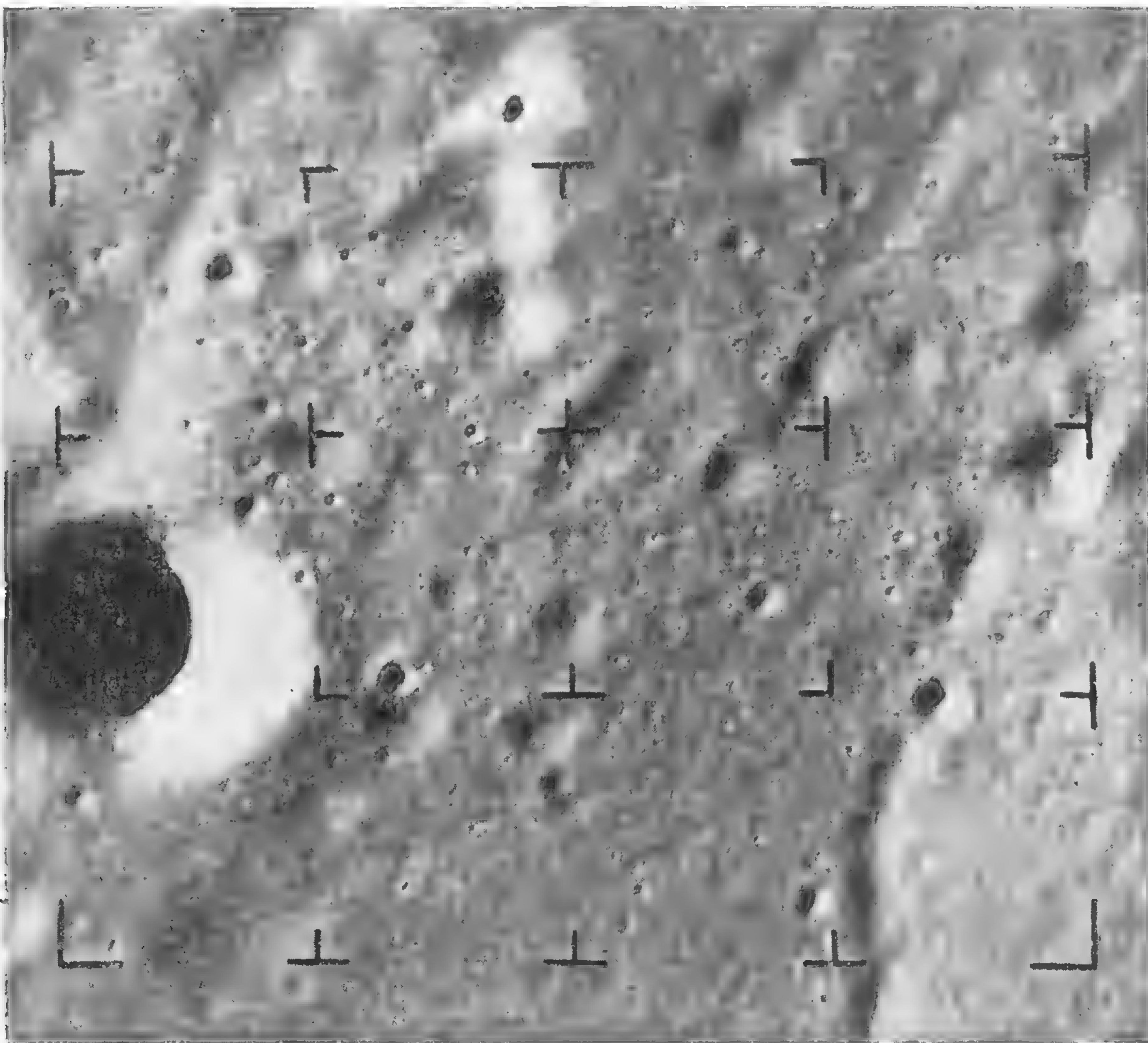
Задачи четырех последних «Рейнджеров» пришлось еще более упростить, и они предназначались исключительно для обзора лунной поверхности. На каждом из них устанавливались только телевизионные камеры.

Намеченные американцами сроки заметно отодвигались. Запуски двух экспериментальных «Рейнджеров» состоялись лишь 23 августа и 12 ноября 1961 г. Орбиты их оказались очень далекими от расчетных. Четыре последующих запуска оказались неудачными.

28 июля 1964 г. состоялся запуск «Рейнджера-7». Зонд упал в северо-западном углу Моря Облаков в точке с координатами 10°,7 ю. ш. и 20°,7 з. д., уклонившись от цели на 15 км. Отклонение во времени составило 19 сек. В течение 17 мин. перед тем, как врезаться в Луну, зонд успел передать на Землю 4316 фотографий.

Первые кадры, на которых различались лишь детали, не превосходящие по размерам видимые с Земли, подтвердили, что телевизионное оборудование зонда на сей раз функционирует нормально. По мере приближения к Луне количество выявляемых подробностей лунного рельефа возрастало. Последний снимок был сделан за 0,18 сек. до удара с высоты 480 м. Скорость движения

¹ Подробнее см. «Природа», 1961, № 1, стр. 35—40.



Одна из фотографий, переданная американским космическим зондом «Рейнджер-9». Крупнейший кратер в левой части снимка имеет поперечник около 2,6 км

корабля в этот момент составляла 2685 м/сек. На площади 30×50 м различимы объекты поперечниками до полуметра. По решению XII Ассамблеи МАС (Гамбург, 1964) часть Моря Облаков, сфотографированная «Рейнджером-7», была переименована в Mare Cognitum — Море Познанное.

Несмотря на успех миссии седьмого «Рейнджера», до следующего старта прошло еще 6 месяцев. «Рейнджер-8» прилунился в Море Спокойствия в точке с координатами $2^\circ,6$ с. ш. и $24^\circ,8$ в. д. (ошибка 23 км).

Фотоснимки зонда «Рейнджер-8», будучи несколько лучше по качеству переданных «Рейнджером-7», породили больше вопросов, нежели дали ответов.

«Рейнджер-9» направлен в кратер Альфонс и упал в 4 км от намеченной цели ($12^\circ,9$ ю. ш. и $2^\circ,4$ з. д.).

В ПОЛЁТЕ «ЗОНД-3»

Лето минувшего года ознаменовалось новым впечатляющим событием — запуском в Советском Союзе на гелиоцентрическую

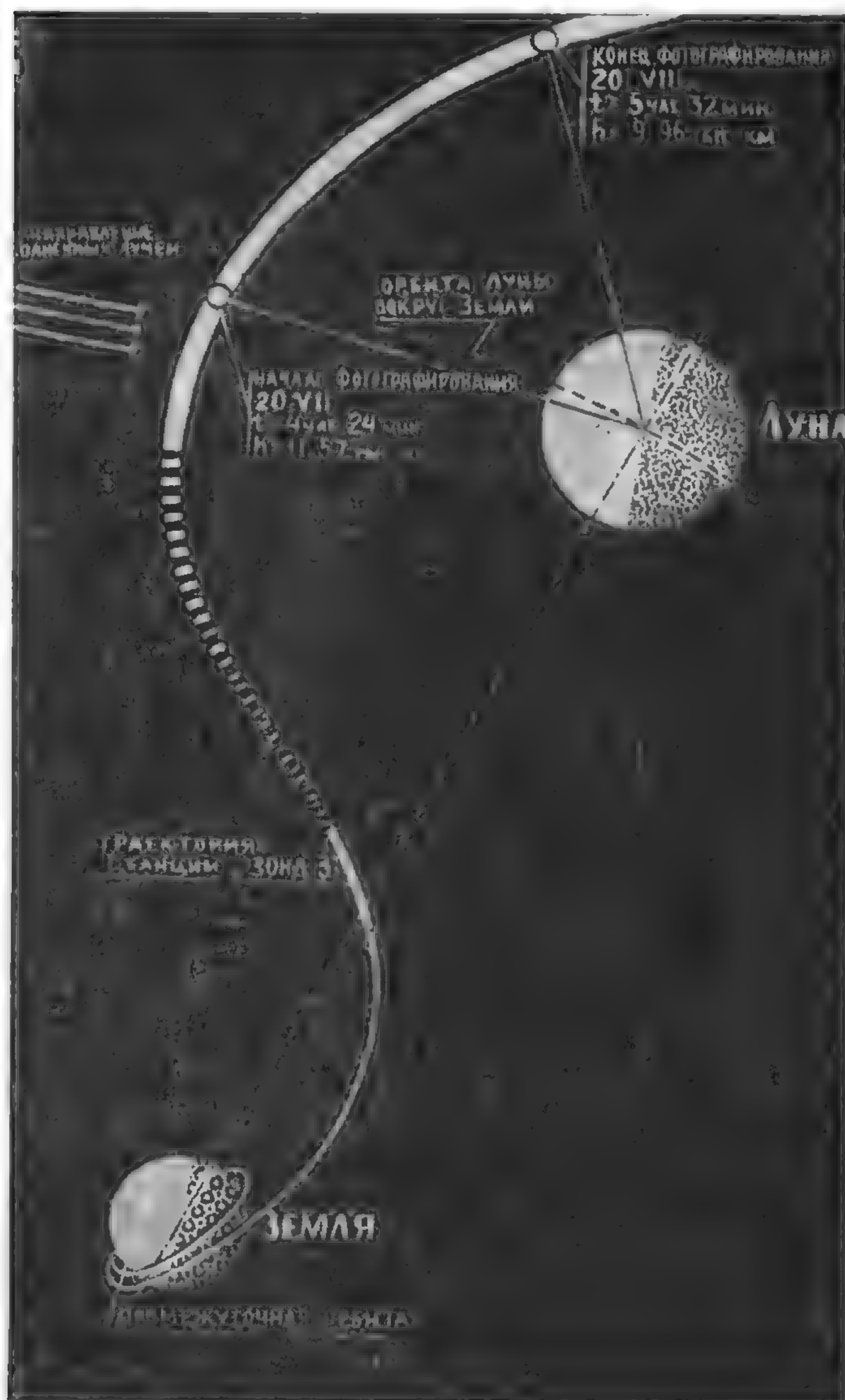


Схема движения советской автоматической межпланетной станции «Зонд-3» около Луны (время московское)

орбиту космической станции многоцелевого назначения «Зонд-3». Через 33 часа после старта с промежуточной орбиты спутника Земли «Зонд-3» миновал Луну, пройдя от нее на расстоянии 10 тыс. км. К периоду прохождения близ Луны было приурочено выполнение одной из запланированных задач: съемка восточной части невидимого с Земли полушария Луны, которая не была сфотографирована в 1959 г.

Сеанс фотографирования продолжительностью в 68 мин. начался 20 июля в 1 час. 24 мин. всемирного времени и завершился

в 2 час. 32 мин. Положение станции относительно центра Луны по долготе изменилось за этот период на 60° .

В ходе эксперимента 1965 г. предстояло отснять меньшую по сравнению с заданием 1959 г. часть обратной стороны Луны. Детали неизученного сектора обратной стороны освещались косыми лучами Солнца и были в выгоднейших условиях, когда длинные тени особенно наглядно подчеркивают рельеф.

Станция «Зонд-3», отсняв западную краевую зону видимого полушария, продвигалась навстречу утреннему терминатору, который располагался в тот период подле меридиана с долготой — 166° , т. е. почти совпадал с границей области, отснятой «Луной-3». В результате новые снимки практически полностью покрыли дотоле неизвестную часть обратной стороны¹. На борту «Зонда-3» находилась камера с фокусным расстоянием 106,4 мм, при относительном отверстии 1 : 8. Фотографирование выполнялось на пленку шириной 25 мм с экспозициями 1/100 и 1/300 сек. Интервалы между экспозициями длились по две с четвертью минуты. В общей сложности было получено около 25 кадров.

Обработка пленки производилась параллельно с процессом фотографирования, после чего она поступала непосредственно в систему передачи изображений. Последняя начала функционировать 29 июля, когда удаление «Зонда-3» от Земли превысило 2,2 млн. км.

Передача изображений на Землю выполнялась через остроуправляемую параболическую антенну. Передающая система допускала работу в различных режимах. Первичная передача всех кадров была осуществлена в режиме просмотра на низком стан-

¹ Несфотографированными к настоящему времени остаются лишь две незначительных по площади зоны в районах северного и южного полюсов Луны с примыкающей к последнему узкой полосой вдоль границы фотографирования 1959 г.; суммарная площадь «белых пятен» не превышает 5% от всей поверхности Луны.

дарте разложения со скоростью один кадр за 2 мин. 15 сек. Это дало возможность отобрать наиболее важные и интересные кадры.

В дальнейшем передача каждого кадра занимала 34 мин. и выполнялась с разложением на 1100 строк с большой фотографической широтой. Фотографии «Зонда-3» отличаются высоким качеством и сопоставимы со снимками видимой стороны, получаемыми с Земли; наименьшие из различимых на них кратеров имеют поперечник 3 км.

Новые фотографии позволили уточнить структуру западной краевой зоны видимого полушария. Выяснилось, что расположенное здесь Море Восточное¹ имеет весьма правильную овальную форму и со всех сторон окаймлено горными цепями. Район Моря Восточного в основных чертах напоминает противолежащий район Моря Кризисов на видимой стороне Луны.

Фотографии 1965 г. полностью подтвердили прежний вывод о преобладании на обратной стороне Луны материкового ландшафта. Восточный сектор невидимого полушария, как и сфотографированный ранее западный, в высшей степени горист.

Кратеры невидимого полушария имеют обычные для Луны формы: с центральными горками, окаймленные венцами лучевых систем, налагающиеся друг на друга. Однако концентрация кратеров на невидимой стороне выше, чем на видимой. К юго-западу от Моря Восточного обнаружены лишь два небольших новых морских района — либо кратерные моря, либо локальные затопления на дне цирка, подобные темным пятнам в расположенных поблизости цирках Шиккард, Риччоли, Шлютер. Основанное на визуальных наблюдениях с Земли предположение о существовании близ Моря Восточного еще одного моря, условно названного Морем Мелким (Mare Parvum), новыми фотографиями не подтверждается.

Сенсационным было открытие на обратной стороне Луны многочисленных необычного типа кольцевых депрессий, за которыми в литературе уже укрепилось название талассоидов. Лунные талассоиды представляют собой обширные — поперечниками до 500 км

и более — впадины. По размерам и конфигурации они вполне сопоставимы с морями, однако дно их, усеянное кратерами, отличается от морского дна структурой и не имеет характерной для него темной окраски.

На видимой стороне Луны не наблюдается столь четко выраженных крупных депрессий. Некоторое сходство с талассоидами имеют кратеры Жансен и Клавий. Советский селенолог А. В. Хабаков указывал в свое время на своеобразную впадину, которая лишь частично занята Морем Нектара. Не исключена возможность, что эта впадина некогда представляла собой талассоид поперечником более тысячи километров, окаймленный горами Пиренеи и Алтай. Часть талассоида впоследствии была залита лавой, образовавшей Море Нектара. В связи с этим напрашивается вывод, что моря и талассоиды имеют некоторое генетическое сходство.

Примечательно также, что общее расположение талассоидов согласуется с расположением морей. В настоящее время открылась возможность говорить о поясе обширных овальных депрессий — морей и талассоидов.

Обобщая имеющиеся в распоряжении сведения о поверхности Луны, правильное всего, по-видимому, вообще считать ее материковой. Общелунный материковый массив испещрен локальными депрессиями, скорее всего эндогенного происхождения. На обращенной к Земле стороне Луны эти депрессии заливались лавой, т. е. превращались в моря; на обратном же полушарии обильных излияний лавы по тем или иным причинам в большинстве случаев не происходило. Важно отметить, что и на континентальных массивах Земли, несмотря на мощный чехол осадочных пород, намечаются более или менее замкнутые впадины.

Аналогичные депрессии просматриваются на фотографиях поверхности Марса, переданных автоматической станцией «Маринер-4».

Заслуженное внимание привлекли к себе обнаруженные на снимках «Зонда-3» новые, неизвестные ранее формации — протяженные цепочки кратеров диаметром 10—30 км. Они как-бы исходят из светлого материкового района, расположенного к северу от Моря Восточного. Отдельные цепочки кратеров встречаются на видимой стороне Луны, однако на обратной они имеют иной вид и во много раз большую протяженность — в отдельных случаях свыше полутора тысяч километров. Таких образований на видимом

¹ По решению XI Ассамблеи МАС (Беркли, 1961) на видимом невооруженным глазом диске Луны север считается сверху, а восток справа, вследствие чего Море Восточное попадает в западную краевую зону видимого полушария; часть его, лежащая в восточном секторе невидимого полушария, впервые изучена по фотографиям «Зонда-3».

полушарии нет. Вероятнее всего, происхождение их обусловлено внутренними причинами и тесно связано с космогонической историей Луны.

Вновь полученные фотографии несут такой огромный объем информации, что их полноценная обработка потребует еще длительного времени.

ЛУННЫЙ КАМЕНЬ

Что касается макроструктуры лунного шара, то в результате полетов «Луны-3» и «Зонда-3» ее характерные черты представлялись к началу текущего года достаточно определенно. Этого нельзя было сказать о микроструктурных особенностях покрова Луны — формах рельефа, не превышающих размером сотен метров. Совершенно новую страницу в селенологии открыла успешная посадка на Луну автоматической станции «Луна-9». Отныне ученым предстоит иметь дело не только с косвенным, как прежде, но главным образом с непосредственным исследованием «лунного камня».

Наиболее серьезные принципиальные трудности при осуществлении мягкой посадки на Луну связаны с отсутствием на ней атмосферы. В земных условиях гашение скорости сравнительно легко производится применением парашютов. Известны и другие средства, например рикошетирующее. Вход космического корабля в атмосферу рассчитывается таким образом, чтобы он отскакивал от нее подобно камню, брошенному под небольшим углом к водной поверхности. Это позволяет погасить значительную часть первоначальной скорости.

На Луне, гашение скорости возможно лишь с использованием реактивного двигателя. Космический аппарат, «падающий» из межпланетного пространства на Луну, должен быть остановлен на небольшой высоте над поверхностью; удар при падении с небольшой высоты компенсируется амортизаторами. Если гашение скорости будет выполнено преждевременно, то свободно падающий аппарат вновь наберет заметную скорость и погибнет. Такая же судьба постигнет корабль и в противном случае, если реактивный двигатель не успеет погасить скорость до контакта с поверхностью.

Мягкая посадка на Луну требовала безукоризненно координированного срабатывания многочисленных автоматических систем аппарата в условиях, представления о

которых, основанные преимущественно на наземных наблюдениях, отнюдь не были исчерпывающими.

Не вызывало сомнений, что ведущую роль в формировании микрорельефа играет переработка материала поверхностного слоя вследствие метеоритной бомбардировки. При этом серьезное внимание уделялось эрозии, обусловленной микрометеоритами и летящими от Солнца частицами высоких энергий — «солнечным ветром». Влияние последних неминуемо должно способствовать развитию пористых, зернистых или волокнистых структур. Было экспериментально доказано, что лунный грунт действительно весьма порист и обладает неправдоподобно малой теплопроводностью.

Эти и иные данные о поверхностном слое Луны были получены путем моделирования, оптических измерений, а также с помощью современных радиофизических методов. Особенно интенсивные исследования в этом последнем направлении проводились в течение ряда лет группой сотрудников Радиофизического института при Горьковском государственном университете им. Н. И. Лобачевского под руководством проф. В. С. Троцкого.

Тем не менее, несмотря на значительные достижения наземных наблюдений, собственно природа поверхностного слоя Луны оставалась во многих отношениях неясной, и разногласия по этому поводу были чрезвычайно велики: от гипотез относительно текучих потоков лунной космической пыли, по плотности подобной рыхлому снегу, до гипотез, описывающих поверхность Луны как весьма твердую, выдерживающую значительные динамические нагрузки. Само собой разумеется, что для последующих космических экспериментов указанные обстоятельства имели отнюдь немаловажное значение.

Определенный вклад в изучение микроструктуры поверхности Луны внесли фотографии космических зондов «Рейнджер». Пополнились, например, представления о природе лунных лучей.

Участок луча от Тихо был виден на первых снимках «Рейнджера-7» как светлое пятно. По мере приближения к нему стало ясно, что это огромное число — порядка миллионов на 1 км^2 поверхности — отдельных кратеров. Допустимо предполагать, что все лучи состоят из подобных же скоплений, происхождение их вряд ли чисто метеоритное. Вероятнее всего, что это вторичные

и даже третичные формации, образованные осколками, разлетавшимися в процессе образования первичных кратеров.

Несмотря на бесспорные свидетельства в пользу ударного происхождения многих кратеров, снимки «Рейнджеров» дали обильную пищу для размышлений и сторонникам вулканизма на Луне. Обнаружилось, например, что многие небольшие кратеры внутри Альфонса, в том числе и вновь открытые кратеры с темным ореолом¹, располагаются на трещинах.

Снимки дали новые доказательства того, что лунные моря, как бы «припудренные» сверху пористым веществом, представляют собой обширные лавовые поля. У разнообразных протяженных структур на морях — цепочек кратеров, ложбин и гряд — преобладают определенные направления, причем те же самые, что и у подобных образований более крупного масштаба, изученных с Земли.

При анализе снимков было обращено внимание на особого рода кратеры, получившие у американцев название «димпл» (это слово применительно к данному случаю можно перевести как «ямочка на щеке»).

«Димпл-кратеры» имеют конусообразную форму наподобие ямки, образующейся в песочных часах. Полагают, что существование «димпл-кратеров» служит аргументом в пользу предположения, что на Луне происходят явления, напоминающие карстовые, хотя причины их, разумеется, совсем иные, чем на Земле. Карстовым обвалам подобны и некоторые другие образования.

Оживленную дискуссию вызвали фотографии центрального пика кратера Альфонс. Его склоны кажутся испещренными мелкими ударными кратерами в гораздо меньшей степени, чем прилегающие области дна, причем пик выглядит белым, будто его запылили снегом. Не исключено, что подобные эффекты обусловлены спе-

¹ Темный ореол некоторые авторы объясняют как следствие каких-то выбросов, в простейшем случае, выбросов пепла.

цифкой освещения при фотографировании, однако на этот счет высказываются противоречивые мнения. Вулканического жерла на вершине центрального пика Альфонса обнаружить не удалось.

После полетов «Рейнджеров» разногласия в интерпретации природы лунного грунта не уменьшились, а даже возросли. Фотографирование Луны при подлете к ней не давало ответа на все спорные вопросы.

Только непосредственный контакт с лунной поверхностью, мягкая посадка на нее могла пролить свет на многие нерешенные проблемы изучения микроструктуры лунного рельефа. Такая задача настойчиво решалась советскими учеными и конструкторами.

Вот заключительные звенья этой длительной и кропотливой работы. 4 октября 1965 г. — в день 8-й годовщины запуска первого искусственного спутника Земли — стартует многоступенчатая космическая ракета со станцией «Луна-7» весом 1 506 кг. В 1 час 08 мин. 24 сек. московского времени 8 октября станция достигла поверхности Луны в районе Океана Бурь, западнее кратера Кеплер. При подлете к Луне было выполнено большинство операций, необходимых для осуществления мягкой посадки на ее поверхность и получен большой практический материал для дальнейших работ.

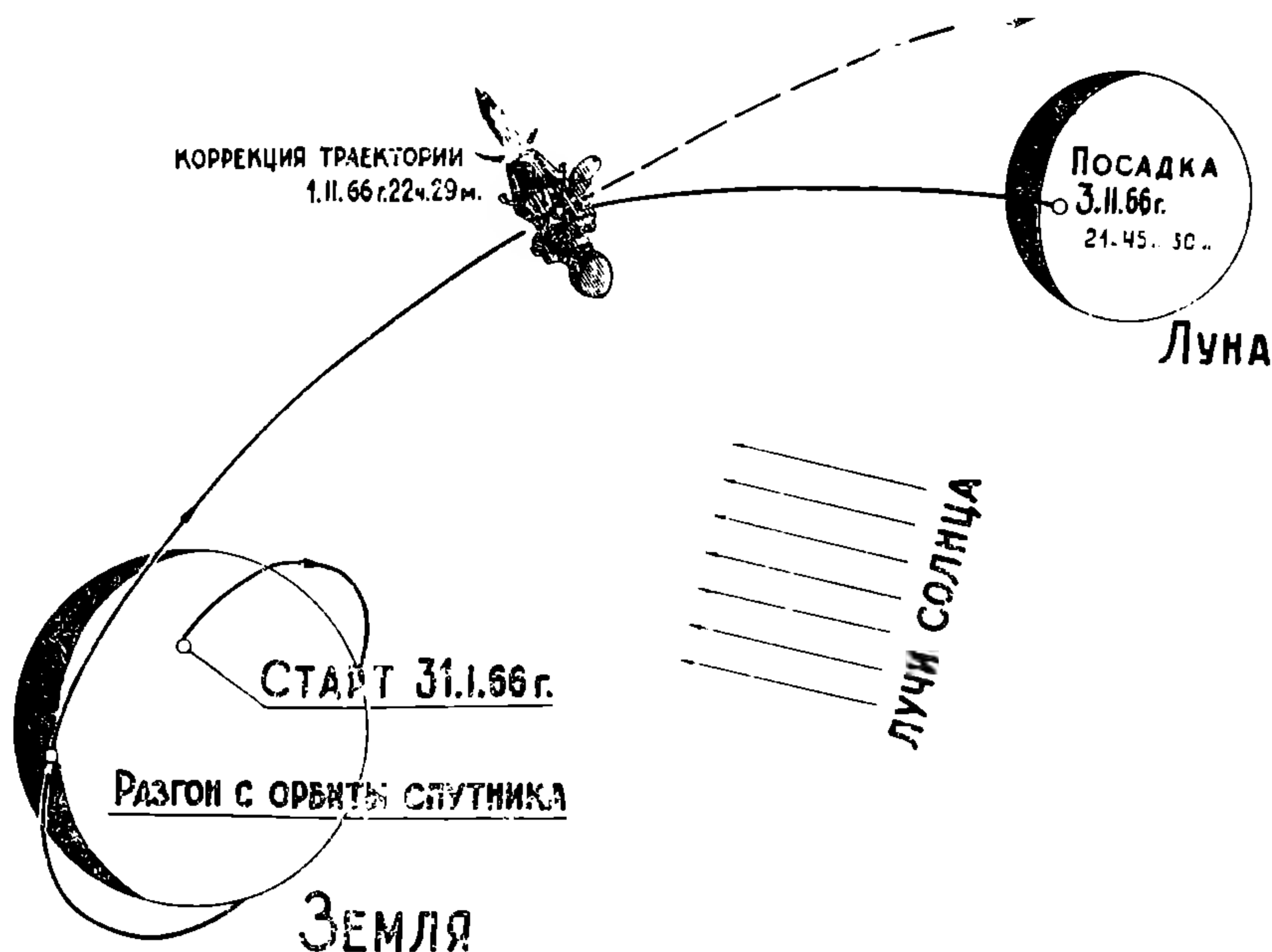


Схема полета советской автоматической станции «Луна-9» (время московское)

«Луна-8» весом 1552 кг ушла к Луне 3 декабря 1965 г. Она достигла ее поверхности 7 декабря в 00 час. 51 мин. 30 сек. московского времени в точке с координатами $9^{\circ}08'$ с. ш. и $63^{\circ}18'$ з. д. При подлете к Луне была проведена комплексная проверка работы систем, обеспечивающих мягкую посадку. Так был сделан последний шаг на пути к историческому полету «Луны-9».

Всесторонний анализ материалов, полученных с борта станции «Луна-9» бесспорно даст возможность собрать ценнейшую научную информацию. Весьма о многом говорит уже сам факт посадки без сколько-нибудь значительного погружения в грунт. О прочности грунта можно судить и по многочисленным камням, лежащим близ места посадки, которые, кстати, вовсе не занесены космической пылью. Разрешение деталей на снимках «Луны-9» по крайней мере в несколько миллионов раз лучше, чем на снимках земных обсерваторий.

Будем надеяться, что это поможет получить более полное представление о размерах «зерен», слагающих грунт Луны.

Среди конструктивных элементов станции, видимых на панораме лунного ландшафта, обращают на себя внимание три двухгранных зеркала. Полосы ландшафта, отразившиеся в зеркалах, после отождествления их на местности, изучались стереоскопически. В этом случае появились надежные данные об удаленности отдельных образований и их размерах. Примечательно, что богатые дополнительные возможности для стереоскопического изучения рельефа дало небольшое смещение станции между сеансами передачи лунной панорамы.

Разумеется, широко обобщить собранные в ограниченном районе данные можно, лишь скрупулезно изучив всю информацию.

Телевизионная камера советской автоматической станции «Луна-9» посмотрела на лунный ландшафт «глазами космонавта». За первым полетом, безусловно, последуют новые. На Луну будут доставлены новые разнообразные научные приборы и оборудование.

«ЛУНА» ЛУНЫ

Автоматическая станция «Луна-10», подобно «Луне-3» и «Зонду-3», призвана расширить наши представления о Луне в целом как о космическом теле. Запуск станции состоялся 31 марта в 13 час. 47 мин. по мос-

ковскому времени. 3 апреля в 21 час 44 мин. московского времени «Луна-10» стала первым в истории человечества искусственным спутником Луны. Уточненные значения параметров орбиты «Луны-10» в первых числах мая имели следующие значения: удаление от поверхности в периселении — 360,7 км; удаление от поверхности в апоселении — 1007,5 км; наклонение орбиты к экватору — $72^{\circ}00'38''$, период обращения — 2 часа 58 мин. 16 сек.

«Луна-10» — первая длительно существующая лаборатория в окололунном пространстве. (Время активной «жизни» ее предшественниц близ Луны и на Луне ограничивалось минутами, часами и сутками.) И это оказывается исключительно важным для изучения всякого рода нестационарных процессов как на поверхности, так и в недрах Луны.

Чтобы по достоинству оценить научное значение искусственного спутника Луны, лучше всего вспомнить ту громадную роль, которую играют в исследовании нашей планеты искусственные спутники Земли. Так, например, спутники позволили совершенно по-иному сформулировать основную задачу геодезии и дать принципиально новые методы для решения многих геодезических проблем. По проведенному недавно в США анализу около 46 000 наблюдений за искусственными спутниками Земли был вновь определен с большей степенью точности средний экваториальный радиус Земли. Он оказался равным $6\,378\,169 \pm 8$ м. То же относится и к Луне: длительные наблюдения за эволюцией орбиты ее искусственного спутника позволят уточнить параметры гравитационного поля, а вместе с тем подойти к решению проблем, связанных с фигурой и внутренним строением Луны.

Как известно, в 1959 г. с помощью советской автоматической межпланетной станции «Луна-2» было показано, что напряженность магнитного поля Луны, если такое существует, не превышает 50 гамм. Исследования магнитного поля Луны чрезвычайно важны не только с практической, но и с теоретической точки зрения, для уяснения природы магнетизма небесных тел. В целях продолжения исследований магнитного поля Луны и возможного магнитного «хвоста» Земли на «Луне-10» установлен трехкомпонентный магнитометр, чувствительность которого в 15 раз превышает чувствительность магнитометра на борту «Луны-2». Первые научные результаты этих

исследований уже появились в печати. Большое значение для будущих космических полетов имеет выяснение метеорной и радиационной обстановки в окололунном пространстве. Значительный интерес представляют и другие научные эксперименты, запланированные на «Луне-10».

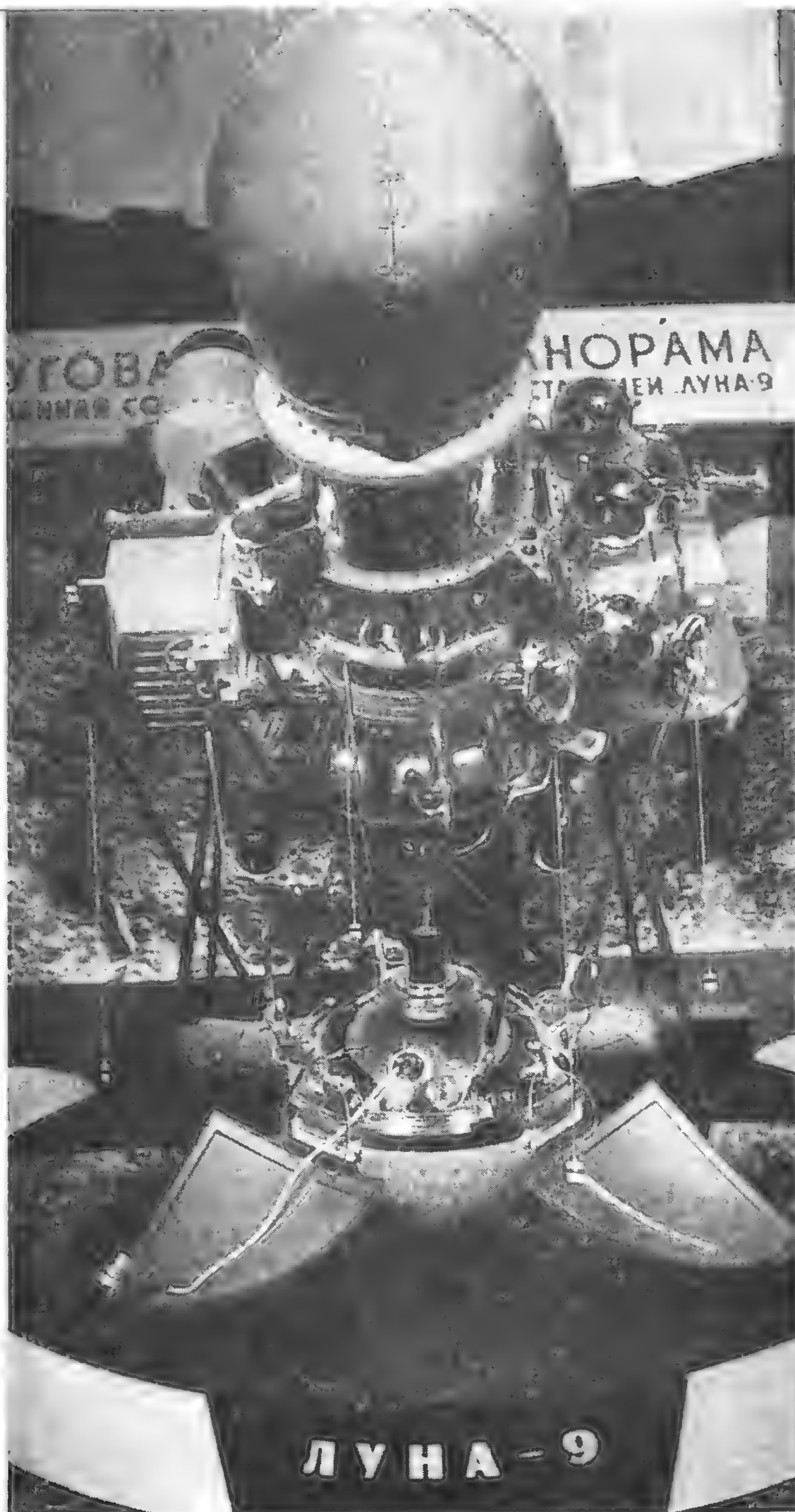
Величественная мелодия «Интернационала», которая впервые прозвучала из космических глубин в дни работы XIII съезда КПСС, стала символом того, что советские ученые завершили еще один важнейший этап космических исследований — отработаны бортовые системы автоматической станции для вывода ее на селеноцентрическую орбиту. Весьма важно, что отработка техники создания спутников других небесных тел открывает перспективы для дальнейших исследований. Создание искусственного спутника иного небесного тела и мягкая посадка приборов на его поверхность — это два различных и взаимно дополняющих друг друга средства научного исследования. Общее в них — чрезвычайно жесткие требования к точности маневрирования в космосе, к космической технике.

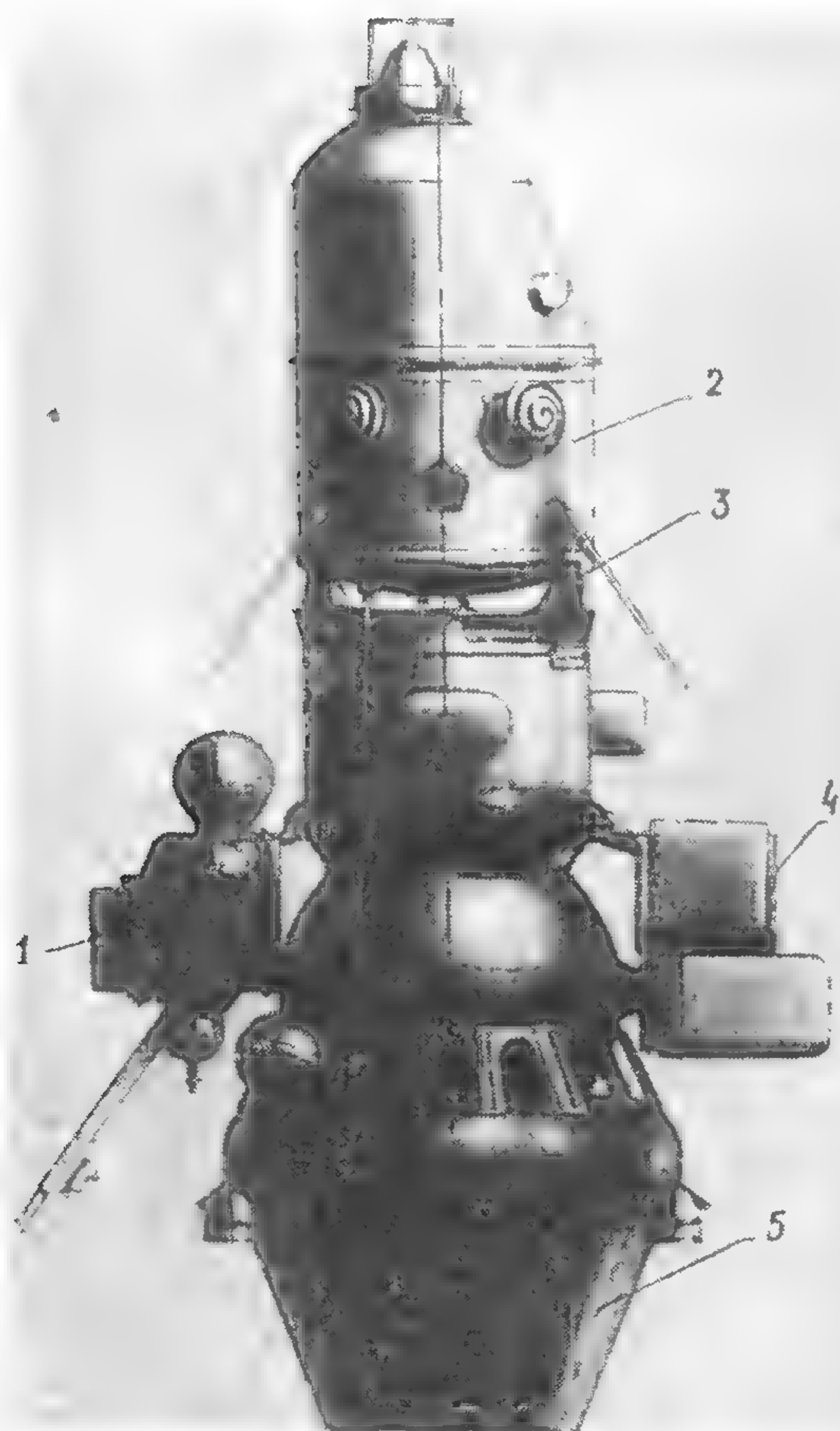
ЛУНА, ВОСЬМИДЕСЯТЫЕ ГОДЫ...

Луна — первоочередной объект космических исследований. Относительная близость ее к Земле, небольшие по сравнению с земными величины первой и второй космических скоростей и ряд

Макет «Луны-9» в павильоне
«Космос» АН СССР на ВДНХ

Фото А. Пахомова





Автоматическая станция «Луна-10». 1 — аппаратура радиосистемы измерений; 2 — искусственный спутник Луны; 3 — система отделения искусственного спутника Луны; 4 — аппаратура системы астроориентации; 5 — двигательная установка

других обстоятельств создают реальную возможность превращения ее в исключительно удобный полигон для развертывания стационарных научно-технических баз в условиях космического пространства.

Перспективный план деятельности обитаемой Международной лунной лаборатории на 1975—1985 гг. стал предметом широкой дискуссии на XV Астронавтическом конгрессе (Варшава, 1964 г.). Выработанная программа включает в себя весьма разнообразные задачи, которые можно сгруппировать так: биологическое изучение жизненных субстанций, выполнение физических и прикладных экспериментов в условиях глубокого вакуума и малой силы тяжести и астрономические исследования.

Перечень конкретных задач для лунной лаборатории оказывается исключительно обширным. Здесь, например, значительное место отводится комплексным проблемам, связанным с изучением лунной среды. В их числе исследования остаточной атмосферы, метеоритной опасности, температурного режима поверхности, сейсмическая, магнитная и гравитационная разведка, а также другие эксперименты, направленные на изучение физических условий лунного покрова (селенофизика). Должно быть уделено серьезное внимание и службе Земли, метеорологическим, океанологическим и гляциологическим исследованиям.

Астрономы на Луне получают возможность выполнять наблюдения в произвольных диапазонах частот и непосредственно изучать космическое излучение. Особая роль в лунной астрономии отводится Службе Солнца. Возможны и многие другие астрономические работы.

Иную серию задач составляют селенодезия и селенология. Предстоит создать систему плановых и высотных опорных пунктов, проанализировать фигуру Луны, с орбитальных лунных станций провести ее крупномасштабное картографирование, изучить лунные недра и ее поверхность.

Биологи на Луне не ограничатся наблюдением над физиологической и психологической сторонами человека, находящегося в условиях, отличных от земных. В круг их задач войдет, например, поиск остатков живых организмов и проблемы выживания земных организмов.

Неограниченные перспективы открываются в самых разнообразных областях теоретической и прикладной физики.

Десятилетие назад подобный план резонно сочли бы эфемерным прожектерством. Теперь мы знаем твердо — это будни космического века.

Уже после сдачи журнала в печать стало известно, что 2 июня 1966 г. в Океане Бурь совершил мягкую посадку на лунную поверхность американский космический аппарат «Сервейер-1» весом около 270 кг. Через 35 мин. после посадки началась передача фотографий на Землю. Согласно программе, «Сервейер-1» должен функционировать 12—13 дней.

УДК 523.3.34.39



ПАМЯТИ АКАДЕМИКА Д. И. ЩЕРБАКОВА

25 мая 1966 г. на 74 году жизни скончался Дмитрий Иванович Щербаков, выдающийся геолог, географ, путешественник, талантливый организатор и популяризатор науки, известный общественный деятель.

Как ни подготовлено наше сознание к тому, что все люди смертны, трудно примириться с утратой замечательного и любимого человека. И в особенности такого человека, как Дмитрий Иванович. Глубокий исследовательский талант, верная научная интуиция, широта кругозора и духовных интересов, неиссякаемое жизнелюбие, щедро излучаемая доброта, живой юмор — все это счастливо сочеталось в этой богато одаренной натуре. Прославленный ученый с мировым именем, он пользовался поистине огромной популярностью. Но сказать так, значит недостаточно охарактеризовать отношение людей к Дмитрию Ивановичу; его буквально

все любили и любили за предельную скромность, постоянную готовность помочь любому научному работнику, за неизменную благожелательность к людям.

Большой жизненный и творческий путь прошел ученый. Научная деятельность, Д. И. Щербакова, начавшаяся еще в дореволюционное время под руководством Ф. Ю. Левинсона-Лессинга и В. И. Вернадского, достигла расцвета в годы строительства нового социалистического государства, когда он стал ближайшим сотрудником А. Е. Ферсмана. Талант, зоркие творческие поиски, инициатива и неутомимая экспедиционная деятельность Дмитрия Ивановича очень нужны были стране. Его исключительно плодотворные геологические и геохимические исследования в Средней Азии привели к открытию целого пояса сурьмяно-ртутных месторождений в Алайском хребте. По

прогнозам Д. И. Щербакова были открыты многие месторождения редких металлов в Средней Азии, на Кавказе, в Казахстане и Забайкалье. Страна получила богатые источники сырья для бурно растущей социалистической индустрии великих пятилеток. Значителен был вклад ученого в науку и оборонную промышленность в годы Великой Отечественной войны. Научные труды Д. И. Щербакова послужили творческой основой широкого развертывания геолого-географических работ и добычи необходимых для обороны редких металлов и элементов, таких, например, как природная сера (в Каракумах), молибден, вольфрам, мышьяк и полиметаллические руды в разных районах советской страны. Один из первых Дмитрий Иванович разработал принципы металлогении и на примере Большого Кавказа и Тянь-Шаня заложил основы составления металлогенических карт, которые позволили более рационально направить поиски полезных ископаемых.

Уже в самые последние годы живая творческая мысль геолога и его богатая научная интуиция, подкрепленные глубокими исследованиями, обогатили нашу науку и практику новыми крупными достижениями. В 1965 г. за выдающиеся заслуги в создании и укреплении сырьевой базы важнейших отраслей промышленности Д. И. Щербакову была присуждена Ленинская премия.

Но сколько бы ни называли работ ученого, все это не может дать полного представления о его неутомимой, разнообразной научной и организаторской деятельности. 23 октября 1953 г. Д. И. Щербаков был избран академиком, и с этого времени началась его активная деятельность в качестве академика-секретаря Отделения геолого-географических наук и члена президиума Академии наук СССР. Несмотря на огромную загруженность организационной работой, ученый не прекращает своих исследований. В этот период широко известны его труды по определению абсолютного возраста геологических формаций, его новые искания и плодотворные идеи в геологии берегов и дна Северного Ледовитого океана. Уже в достаточно пожилом возрасте неутомимый исследователь принимает участие в работах высокоширотных экспедиций Арктики. Изучение рельефа дна Северного Ледовитого океана, особенностей подводного хребта Ломоносова и материковой отмели, с уче-

том геологического строения берегов, позволили Д. И. Щербакову выдвинуть ряд идей о природе грандиозной котловины океана и лежащих под его водами геологических структур. Научное подтверждение получил и вывод Дмитрия Ивановича о том, что вдоль хребта Ломоносова должна наблюдаться активная сейсмическая деятельность — землетрясения с эпицентрами, параллельными хребту или глубоким впадинам.

Трудно рассказать обо всей творческой работе в изучении Арктики и Антарктики, осуществленной Д. И. Щербаковым, до самой смерти возглавлявшим Научный совет по антарктическим исследованиям Академии наук СССР.

Воспитание молодых сил науки, популяризация научных знаний занимают особое место в богатой творческой жизни ученого. После А. Е. Ферсмана на Дмитрия Ивановича, естественно, легла нелегкая задача — продолжать благородное дело его любимого учителя — нести в массы геологические и геохимические знания. С присущей ему скромностью Дмитрий Иванович говорил: «Мне еще очень далеко до поэта науки, каким был Ферсман». Но то, что он сделал для самого широкого распространения знаний в научно-популярных книгах, статьях, в кинематографии и выступлениях по радио — трудно даже охватить единым взглядом. А сколько творческих сил, внимания и любви было им вложено в издание научного наследия его учителей — В. И. Вернадского, А. Е. Ферсмана, а также трудов многих ученых молодого поколения!

Не преувеличивая можно сказать, что работа в журнале «Природа» была одним из любимых дел Дмитрия Ивановича. В течение 15 лет он принимал активное участие в редакционной жизни нашего журнала, сначала в качестве члена редколлегии, а последние десять лет — Главного редактора. Это был не только главный, но и подлинно рабочий редактор, без усталости занимавшийся рукописями, ни на один день, ни на один час не откладывавший редакционных дел, какие бы другие важные задания его ни ждали. Дмитрий Иванович всегда жил жизнью редакции, был исключительно внимателен к ее работникам, которые видели в нем не только руководителя и учителя, но и близкого друга. Таким останется в нашей памяти образ этого талантливого ученого и обаятельного человека.

ОБЪЕДИНЕННОМУ ИНСТИТУТУ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ДУБНЕ — 10 ЛЕТ

БЕСЕДА С АКАДЕМИКОМ Н. Н. БОГОЛЮБОВЫМ

26 марта 1966 г. исполнилось десять лет работы Объединенного института ядерных исследований. В этот день 10 лет назад полномочные представители одиннадцати социалистических стран подписали соглашение об учреждении международного научного центра, вся деятельность которого направлена на мирное служение человечеству.

Основой нашего Института, подчеркнул директор этого крупнейшего исследовательского центра Н. Н. Боголюбов, является дружеское сотрудничество ученых социалистических стран, объединивших свои усилия и ресурсы для совместного решения весьма сложных научных проблем, в значительной мере определяющих возможности дальнейшего прогресса. Это, прежде всего, теоретические и экспериментальные аспекты строения и жизни вещества в их наиболее элементарных проявлениях.

Физика элементарных частиц не исчерпывает сферу научных интересов Объединенного института ядерных исследований. Еще очень много неизвестного остается в теории атомного ядра, в физике твердого тела и жидкости. Все эти вопросы живо интересуют ученых из стран-участниц нашего Института и поэтому им уделяется значительная доля усилий.

Первое десятилетие работы Объединенного института ядерных исследований совпало с периодом бурного развития современной науки. Следует отметить, заявил академик Н. Н. Боголюбов, что наш Институт сразу взял хороший темп и с самого начала оказался в рядах институтов мирового класса. Правительства стран социализма высоко оценивают важность работы нашего Института и представляют в его распоряжение значительные средства. А талантливые ученые социалистических стран, хорошо понимая значение своей трудной, но почетной работы, совместными усилиями преодолевают препятствия и добиваются все новых успехов.

За десять лет, прошедших со дня основания Ин-

ститута, к двум лабораториям, переданным ему Советским правительством, добавились еще три лаборатории, оснащенные первоклассным оборудованием. Многие из исследовательских установок Дубны являются уникальными, не имеют себе равных.

Ученые из социалистических стран, совместно работающие в Дубне, за эти годы опубликовали около 3 тысяч научных трудов, в том числе отчеты об открытиях новых ядерных частиц, новых элементов, ранее не известных физических явлений и закономерностей, новых радиоактивных изотопов.

Трудно переоценить значение Объединенного института в деле подготовки кадров высококвалифицированных ученых.

Объединенный институт стал одним из крупных центров сотрудничества и кооперирования лабораторий многих стран. Это прежде всего те страны, научные учреждения которых являются членами нашего Института. Однако Дубна имеет широкие связи со многими научными центрами других стран. Достаточно сказать, например, что Институт обменивается научной информацией с учеными 36 государств.

С некоторыми крупнейшими научными учреждениями Запада мы имеем соглашение о совместном проведении экспериментов, обмене учеными. Приятно вспомнить, что среди инициаторов такого сотрудничества были Фредерик Жолио-Кюри, Нильс Бор.

Быстрыми шагами идет вперед мировая наука, создавая материальную основу для прогресса и процветания человечества. Среди важнейших направлений — физика высоких энергий, физика атомного ядра.

Ученые стран лагеря социализма, отмечавшие десятилетие Объединенного института, счастливы, что они вносят достойный вклад в развитие науки мирного атома.

НАУКА ИЛИ СЕНСАЦИЯ?

За последние годы в нашей стране необычайно усилился интерес широких кругов населения к научным открытиям. Без преувеличения можно утверждать, что никогда в прошлом так ярко не проявлялось стремление людей разных возрастов, разных профессий узнать, что происходит на передовом фронте науки, чем она живет, как разрешаются сложнейшие проблемы теории и практики.

Чем объясняется это весьма знаменательное и отрадное явление? Прежде всего, конечно, ростом культуры, значительным повышением уровня образования всего советского народа. Наука становится решающей производительной силой нашего общества, результаты ее сказываются не только на экономике и техническом прогрессе страны, но и на всей жизни каждого советского человека. Живейшему интересу к научному творчеству в немалой степени способствует и то, что его успехи превосходят самые смелые фантазии и приобретают особую романтическую привлекательность.

Изменилась и цель популяризации науки. Еще несколько десятилетий тому назад распространение знаний в доступной форме имело своей главной задачей просвещение масс, борьбу с невежеством и суеверием. В нынешнее время популяризация науки служит уже не только средством самообразования, расширения кругозора и удовлетворения любознательности. Популярное изложение сущности новых открытий, новых методов исследований имеет огромное значение и для развития самой науки. Это один из самых действенных, самых быстрых способов информации ученых-исследователей, экспериментаторов, инженеров и других специалистов о достижениях в смежных и более отдаленных областях знания. Научная популяризация будит творческую мысль, способствует распространению новых идей, помогает в океане научных результатов отыскать то, что может быть с успехом перенесено в другие области теории и практики.

Легко понять, что особое значение приобретает в этих условиях достоверность

и точность популяризируемых знаний. В нашей стране выходят прекрасные научно-популярные журналы, завоевавшие заслуженную любовь читателей. Много хорошего можно и нужно сказать о таких изданиях, как «Наука и жизнь», «Знание — сила», «Техника — молодежи». Они умеют заинтересовать читателя, быстро в занимательной литературной форме реагируют на все новое в науке. Мастерство рассказа о науке и ее результатах, живость и увлекательность изложения материала очень важны, но не в меньшей, а даже в большей мере важны глубина проникновения популяризатора в сущность описываемых им научных открытий, всестороннее понимание предмета изложения, строгое соблюдение истинности сообщаемых сведений. Сейчас мы остановимся именно на этой стороне вопроса.

Стремление во что бы то ни стало привлечь интерес читателя подчас оборачивается погоней за сенсацией. Сенсация — враг науки. Стремясь удовлетворить возросший интерес читателей к новым открытиям, к неразгаданным до сих пор причинам природных явлений, некоторые редакции научно-популярных изданий неразборчиво печатают сообщения о невероятных событиях, о всякого рода сенсационных находках, об открытиях удивительных животных. Популяризация действительных достижений науки подменяется легкомысленным распространением фантастических домыслов, искажающих научные представления о законах природы, об эволюции, и в частности органического мира. Стирается грань между популяризацией и научной (а иногда и не совсем научной) фантастикой. Наглядным примером того, к чему приводит желание обязательно удивить читателя непроверенными сообщениями, может служить история так называемого «якутского чуда».

БЫЛ ЛИ «ДРАКОН»?

В одном из номеров «Комсомольской правды»¹ появилась заметка «Загадка озера

¹ См. «Комсомольскую правду» от 21 ноября 1964 г.

Хайыр», в которой сообщалось о появлении на севере Якутии неизвестного водного животного, похожего на ископаемого ящера. Его якобы неоднократно видели на озере Хайыр. Несмотря на частое появление этого чудовища, оно почему-то никем не было сфотографировано. Заметка сопровождалась рисунком.

Вслед за молодежной газетой, более подробно и в весьма наукообразной форме это сообщение под еще более широковевающим заголовком «Новая тайна Якутии» появилось на страницах журнала «Химия и жизнь». Этот совсем еще молодой научно-популярный журнал решил посвятить «встрече с неведомым» и комментариям по этому поводу 9 страниц, снабдив текст многими фантастическими рисунками и сомнительными фотографиями. Когда же спортсмены-подводники и туристы из Москвы и Воронежа отправились в далекие края, чтобы на месте раскрыть тайну озера, они выяснили, что вся эта история просто-напросто придумана неким Н. Гладких и приукрашена автором, корреспондентом П. Р. Рукосувым. Об этом туристы подробно рассказали в письме в редакцию газеты «Комсомольская правда»¹. «Никаких следов чудовища мы не нашли», — пишут восемь исследователей озера Хайыр. Их беседы с местными жителями подтвердили, что никакого зверя, похожего на опубликованный в газете и журнале рисунок, никто не видел.

Редакция «Комсомольской правды», опубликовав без всяких комментариев письмо участников экспедиции, тем самым опровергла ранее напечатанное вздорное сообщение о некоем «царстве Дракона» на Якутском озере. Это опровержение было весьма необходимо, ибо к таинственному озеру уже потянулись другие экспедиции. Казалось бы, редакции журнала «Химия и жизнь» пора извиниться перед читателем, но вместо этого она в № 1 за 1966 г. напечатала новую фотографию «зверя» из соседнего озера, хотя всем уже ясно, что здесь открытая липа. К сожалению, все это не первый случай. Нет! И в прошлые годы некоторые работники всеми уважаемой и напористой «Комсомолки» считали нужным удивить читателей подобными захватывающими дух «открытиями». Так, в 1961 г. (28 января) «Комсомольская правда» при-

вела записи некоего Твердохлебова, будто бы открывшего в Якутии, правда, на другом озере, чудовище, у которого расстояние между глазами «не менее плота из 10 бревен», а в 1963 г. (9 февраля) газета в заметке «По следам чудовища» оповещала, что «в Перми создана научно-туристская экспедиция для исследования якутских озер, где водятся загадочные животные... Как только с якутских озер спадет лед, экспедиция приступит к работе». С тех пор уже не раз спадал лед с якутских озер, но что-то не слышать ни о работе экспедиции, ни об отыскании загадочных существ. Так время от времени под видом популяризации научных открытий читатели вводятся в заблуждение.

Ничем, конечно, нельзя оправдать публикацию пустых и непроверенных сенсационных сообщений любой газетой. Тем более в ложном положении оказался научно-популярный журнал, легкомысленно подхвативший и разрекламировавший беспочвенную сенсацию. Что могло побудить редакцию журнала, призванного нести в массы химические знания и носящего высокое звание органа Академии наук СССР, уделить так много места непроверенному вымыслу, в котором нет ни химии, ни жизни?

ПОД ПРИКРЫТИЕМ ТАИНСТВЕННОСТИ

В стремлении непременно удивить читателя некоторые научно-популярные журналы извлекают на свет старые, давно уже прошумевшие «сенсации», нисколько не смущаясь тем, что этим «новостям» много десятков лет. «Техника — молодежи» завела для этого даже специальный раздел «Антология таинственных случаев». Опубликование и обсуждение двух таких «таинственных случаев», якобы имевших место на рубеже XIX—XX вв., не вызвано ни интересами современной науки, ни важными задачами журнала, призванного, как гласит самое его название, обогащать нашу молодежь знаниями современной техники.

Трудно понять, зачем, например, редакции потребовалось в наши дни ознакомить молодежь с новой версией библейской сказки об «Ионе во чреве китовом». Ведь история о том, как в 1891 г. матрос китобойного судна был проглочен кашалотом и через 16 часов якобы живым извлечен из желудка кита, раз уже была опубликована одним нашим журналом и вызвала протест читателей. Уже тогда (в 1959 г.) видные

¹ См. «Комсомольскую правду» от 27 ноября 1965 г.

советские ученые признали, что у этого невероятного случая нет ни одного шанса оказаться правдоподобным. О бесплодности затеи редакции говорит заключительный абзац ныне опубликованного ею отрывка из одного иностранного источника. Автор этого материала признает, что «шумиха, поднятая в 1891 г. газетчиками, которые всеми силами старались убедить читателя в правильности происшедшего, масса искажений, подробности из четвертых уст и, наконец, факт исчезновения самой жертвы — все это привело к тому, что в конце прошлого века в английского Иону уже мало кто верил. Со временем эту историю забыли». Что же таинственного в этой невероятной истории? И, конечно, диву даешься тому, что в наши дни советский журнал извлек и распространил эту модернизированную и всячески разукрашенную библейскую притчу.

В этой же антологии мы находим другую, на шумевшую в начале нашего века сенсацию о лошади Ганс, которая будто бы обнаружила различные человеческие способности. Умник Ганс умел не только хорошо считать и читать, но и различать благозвучные аккорды от диссонансов и даже сообщать дату каждого дня текущей недели... Хотя эта ловкая мистификация в свое время была разоблачена, редакция снова преподносит этот и другие рассказы под сенсационными заголовками «Разум животных».

Поместив тщательно отретушированную фотографию, на которой запечатлены глаза лошади, редакция задает вопрос: «Разве в этих глазах не светится разум?», хотя тут же помещена статья «Ох, уж эти „умники“!», подвергающая сомнению факты полувековой давности. Огромные кричащие заголовки («Но если это не разум, тогда что?»), парочито подобранные рисунки, фотографии, весь стиль подачи материала — все это, несомненно, вносит изрядную путаницу в головы молодых читателей.

О НАШИХ «БРАТЬЯХ ПО РАЗУМУ»

То и дело в газетах, журналах и научно-популярных книжках встречаются восторженные рассказы о дельфинах — наших «братьях по разуму».

В отзывах на изданный в прошлом году русский перевод книги Дж. Лилли «Человек и дельфин», а также в пересказах отдельных ее разделов, о разуме и речи дельфинов пишется как о чем-то бесспорном.

Во многих из этих высказываний больше фантазии, чем науки. Если придерживаться материалистической теории, что все организмы развились в ходе эволюции, которой управляет естественный отбор, то трудно предположить появление у дельфинов разума, подобного человеческому. Хотя нервная деятельность у дельфинов очень высоко развита, но это ум, присущий животному. Разуму же человека свойственно обобщение понятий, умение представить то, с чем он никогда не встречался. Мыслительный аппарат человека совершенствовался в процессе общественно-трудовой деятельности. Все эти особенности отсутствуют у животного. Дельфины не работают, не пользуются орудиями труда, следовательно мыслящий по-человечески мозг был бы для них балластом и не мог возникнуть в результате естественного отбора. Рассказывая много интересного и важного о своих опытах с дельфинами, Лилли в то же время считает нужным подчеркнуть, что тезис о разумности дельфинов противоречит «общему положению о том, что ни в одной биологической системе, развивающейся путем обычного процесса эволюции, не может возникнуть крупный мозг на удивление человеку, в виде такой бесполезной вычислительной машины».

Таким образом, даже самые горячие поклонники дельфиньих «танцов» должны признать, что пока неизвестно (в лучшем случае), разумны ли дельфины. Однако авторы отдельных статей с таким увлечением доказывают, что дельфины приходятся нам «братьями по разуму», что совершенно отрываются от реальных фактов.

Вот заметка «Дельфины отправляются в школу»¹. В ней описан интересный прибор — «скептрон», преобразующий звуковые сигналы в световые. Вполне разумная программа действительно может научить дельфинов повторять слова человеческой речи, если их голосовой аппарат к этому приспособлен. Но утверждение автора, что «дельфины делают это не механически, как попугаи, а сознательно», — совершенно ничем не подкреплено, кроме ссылки все на того же Лилли. Что означают здесь слова «механически» и «сознательно», какая разница между «речью» попугая и дельфина — все это никак не мотивировано. И уже совсем неоправданной сенсацией звучит сравнение дельфинов с обитателями «иной плане-

¹ См. «Знание — сила», 1965, № 7, стр. 8.

ты». Такие вещи хороши для научной фантастики, но не для популяризации науки.

В книжке «Алло, робот!» А. М. Кондратов¹, приведя стандартный набор доказательств разумности дельфинов, пишет далее: «В США делаются попытки обучить дельфинов математике с помощью «линкоса». А затем ученые надеются... продолжать этот разговор на космическом языке с «младшими братьями по разуму — дельфинами...» Принесет ли успех это обучение? Вряд ли!»

Здесь некритически повторяются легкомысленные высказывания зарубежной прессы, явно рассчитанные на сенсацию. Ведь «космический язык» линкос придуман для установления связи с существами, уже знающими основные законы природы и мышления. Идея его в том, что, не имея возможности наглядно объяснить этим существам смысл наших слов, мы должны начать с абстрактных понятий. Дельфины же отличаются от обитателей других миров прежде всего тем, что мы имеем с ними прямой контакт. Если бы они были способны нас понимать, то ничто бы не мешало учить их так, как мы учим ребенка — прямым показом. Так что абстрактный линкос тут не причем!

Советские ученые стремятся более глубоко изучить биологию и физиологию дельфинов, раскрыть особенности их поведения и зоопсихические способности. На необходимость широкого развертывания таких работ указывают академики Б. Е. Быховский, Б. Н. Черниговский, чл.-корр. АН СССР Е. М. Крепс и проф. К. К. Чапский². Несомненно, в огромной степени этому будет способствовать принятое в нашей стране гуманное решение о прекращении промысла дельфинов. Но планомерные и всесторонние исследования замечательных животных, отличающихся поразительным развитием высшей нервной деятельности, ничего общего не имеют со скороспелыми сенсационными выводами об открытии «наших братьев по разуму», о скором составлении словаря их языка и т. д.

ДАВАЙ БОЛЬШЕ!

Некоторые авторы считают, что раз они взялись пропагандировать такое-то техническое направление или достижение, то чем больше они будут его хвалить, а все остальное ругать — тем лучше. Яркий пример — статья «Тепло + электрический ток + ...»,

¹ Из-во «Детская литература», 1965 г.

² См. «Известия» от 11 мая 1966 г.

с которой выступил кандидат химических наук Ю. Фиалков¹. Он поставил перед собой задачу доказать, что ядерные реакторы нужно использовать не для получения энергии, а для проведения химических процессов под действием ядерных излучений. Автор привел ряд правильных и интересных примеров того, какую пользу могут принести ядерные излучения в химической промышленности. Но этого ему показалось мало. Он решил «доказать», что ядерный реактор как источник энергии никуда не годится. Описывая воображаемую беседу со «специалистом-физиком», Ю. Фиалков с вдохновением изображает «горечь», появляющуюся на лице физика, когда он подсчитывает, какая доля энергии урана, распавшегося в ядерном реакторе, используется энергетиками. Окончательная цифра обычно приводит их (физиков) в состояние глубокого уныния. Да и то сказать — кого не удивит коэффициент полезного действия, равный 0,02—0,03. Оказывается, энергетика используют всего два-три процента энергии, которая высвобождается при распаде ядер урана в реакторе».

Стремясь загипнотизировать читателя потоком утверждений, Ю. Фиалков повторяет, что «ничего сенсационного в этом сообщении нет; об этом знает всякий». И дальше: «Основное количество энергии сосредоточено в осколках... Но как эту энергию использовать?... Тепло из нее не получишь» и т. д.

Все это неверно. На самом деле 90% энергии ядерного деления мгновенно переходит в тепло. Превращение этого тепла в электрическую энергию — обычная задача теплотехники, которая решается на атомной электростанции теми же способами, как и любой тепловой электростанции. Энергетики используют вовсе не 2—3%, а уже около 30% энергии деления. Если же коэффициент полезного действия у атомных электростанций пока еще несколько ниже, чем у топливных, то это лишь потому, что не полностью решены некоторые чисто теплотехнические вопросы, например, не научились перегревать пар до высоких температур в ядерном реакторе.

Противопоставлять энергетическое и химическое использование ядерной энергии бессмысленно. Излучения, которые нужны для химических целей, уносят лишь малую часть энергии реактора. Ценность их вов-

¹ См. «Знание — сила», 1965, № 5, стр. 30.

се не в этой энергии, а в специфическом химическом действии, к которому никакие другие виды энергии неспособны. Чтобы доказать пользу химического применения ядерных реакторов, совсем не нужно охаивать их энергетическое применение. Жаль, что прекрасный журнал «Знание — сила» не посоветовался со специалистами по ядерной энергетике раньше, чем опубликовать статью Ю. Фиалкова.

ИЗОБРЕТАТЕЛИ ВЕЛОСИПЕДОВ

Некоторым хочется если не открыть что-то новое, то хотя бы оповестить человечество о таком открытии. Говорят, будто некий журналист написал такую заметку: «Автомобиль неудобен тем, что он расходует много горючего. А вот некто имя рек изобрел заменитель автомобиля, который совсем не требует топлива. Водитель ногами вращает зубчатое колесо, которое через цепную передачу передает вращение ведущему колесу». Неправда ли, великое изобретение!

К сожалению, заметки такого рода до сих пор еще проникают на страницы даже таких журналов, как «Наука и жизнь» или «Знание — сила». Вот «Наука и жизнь» в разделе новостей зарубежной техники объявляет: «Алюминию найдено новое и неожиданное применение, о котором сообщает западногерманский журнал «Хобби». Оказалось, что ... смешанный особым образом с нитратом аммония, алюминий образует ... безопасное взрывчатое вещество. Специалисты считают, что новая взрывчатка найдет ... применение в горном деле»¹. Достаточно раскрыть даже не учебник, а хотя бы «Малую Советскую Энциклопедию», и вы узнаете, что аммонал — взрывчатое вещество, употреблявшееся еще до первой мировой войны — состоит именно из смеси аммиачной селитры (а это и есть нитрат аммония) с алюминиевым порошком или стружкой. Какое усовершенствование сделали в ФРГ — из заметки не поймешь, и в таком виде это сообщение только сбивает читателя с толку.

Или вот «Знание — сила» под широко-вещательным заглавием «Эффект винта» сообщает: «французский физик Пьер Эгрэн... обнаружил, что ... электроны... под влиянием магнитных полей начинают двигаться

упорядоченно, образуя вихри»¹. Эгрэн действительно сделал важное открытие, но вовсе не такого общего характера. Винтовое движение заряженных частиц в магнитном поле известно давно, на этом явлении основаны такие ускорители частиц, как циклотрон и бетатрон, а также циклотронный резонанс в полупроводниках, предсказанный советским физиком Я. Г. Дорфманом. Шведский ученый Альфвен еще четверть века тому назад показал, что в плазме, состоящей из заряженных частиц, могут распространяться винтовые волны. А Эгрэн «всего лишь» догадался, что такие винтовые волны можно получить и в твердых телах, в которых электроны свободно движутся, т. е. в металлах и полупроводниках. Эгрэн изучил такие винтовые волны, дал им название «геликоны» и показал, что в твердом теле они могут иметь сколь угодно низкие частоты. Эти работы имеют важное научное значение, но отнюдь не столь широкое, как винтовое движение электронов вообще.

«ПОЛНА-ПОЛНА ЧУДЕС МОГУЧАЯ ПРИРОДА»

С легкой руки любителей сенсаций широким потоком за последнее время стали поступать и публиковаться всякого рода домыслы и вымыслы об удивительных и невероятных открытиях и о встречах с неведомым. Еще до сих пор в некоторых периферийных изданиях появляются «свидетельства очевидцев», встречающих неуловимого снежного человека, обитающего «от Монголии до Кавказа». Это навязывание дутых сенсаций, как справедливо указывают советские ученые, создает несвойственную нашей науке атмосферу недобросовестной шумихи, представляет в ложном свете настоячивые и добросовестные научные искания.

В природе действительно много несбычного и удивительного, а наука сейчас интересна сама по себе: истинные научные проблемы и их перспективы захватывают до «сенсационности». Надо только уметь, а также иметь желание рассказывать о них увлекательно и грамотно. Погоня же за небылицами и стремление во что бы то ни стало «ошарапить» читателя ничего общего не имеет с благородными задачами популяризации знаний.

¹ «Наука и жизнь», 1965, № 1, стр. 85.

¹ «Знание и сила», 1965, № 10, стр. 4.

ЗА ДВУХСОТГРАДУСНЫМ БАРЬЕРОМ

НАПРАВЛЕННЫЙ СИНТЕЗ ТЕПЛОСТОЙКИХ ПОЛИМЕРОВ

С. В. Владимиров, М. А. Карев

Москва

В Директивах XXIII съезда КПСС подчеркивается необходимость развития исследований в области химии для создания новых, экономически выгодных химических процессов и получения эффективных веществ и материалов. В связи с этим все возрастающее значение приобретает изучение строения молекул полимеров и механизма реакций. Уже намечены пути получения полимерных материалов, обладающих высокой прочностью, термостойкостью, эластичностью и долговечностью. Для направленного синтеза термостойких полимеров большое значение имеют работы, которые ведутся под руководством чл.-корр. АН СССР В. В. Коршака в Институте элементоорганических соединений АН СССР

ЭКЗАМЕН НА АТТЕСТАТ ЗРЕЛОСТИ

Еще не закончено «состязание с гусеницей» — не все синтетические волокна столь же прочны и эластичны, как нить тутового шелкопряда. Но химики, технологи, конструкторы машин и аппаратов уже предъявляют к химии синтетических материалов требования гораздо более высокие, чем те, что поставила природа перед гусеницей, ткащей шелковинки кокона.

Еще далеко не все синтетические каучуки выдерживают сравнение с каучуком натуральным, а технологи шинных заводов и многих других предприятий требуют, чтобы синтетический каучук «работал» в условиях, с которыми в природе каучук натуральный никогда и нигде не встречается.

Еще далеко не ясно, где пройдет разграничительная черта между областями применения пластмасс и металлов, а конструкторы реактивных самолетов, атомных реакторов, скоростных турбин уже желают иметь в своем распоряжении пластмассы, обладающие большей стойкостью к агрессивным средам и радиационным воздействиям, большей механической прочностью, большей термостойкостью, чем стальные сплавы, чем алюминий или бронза.

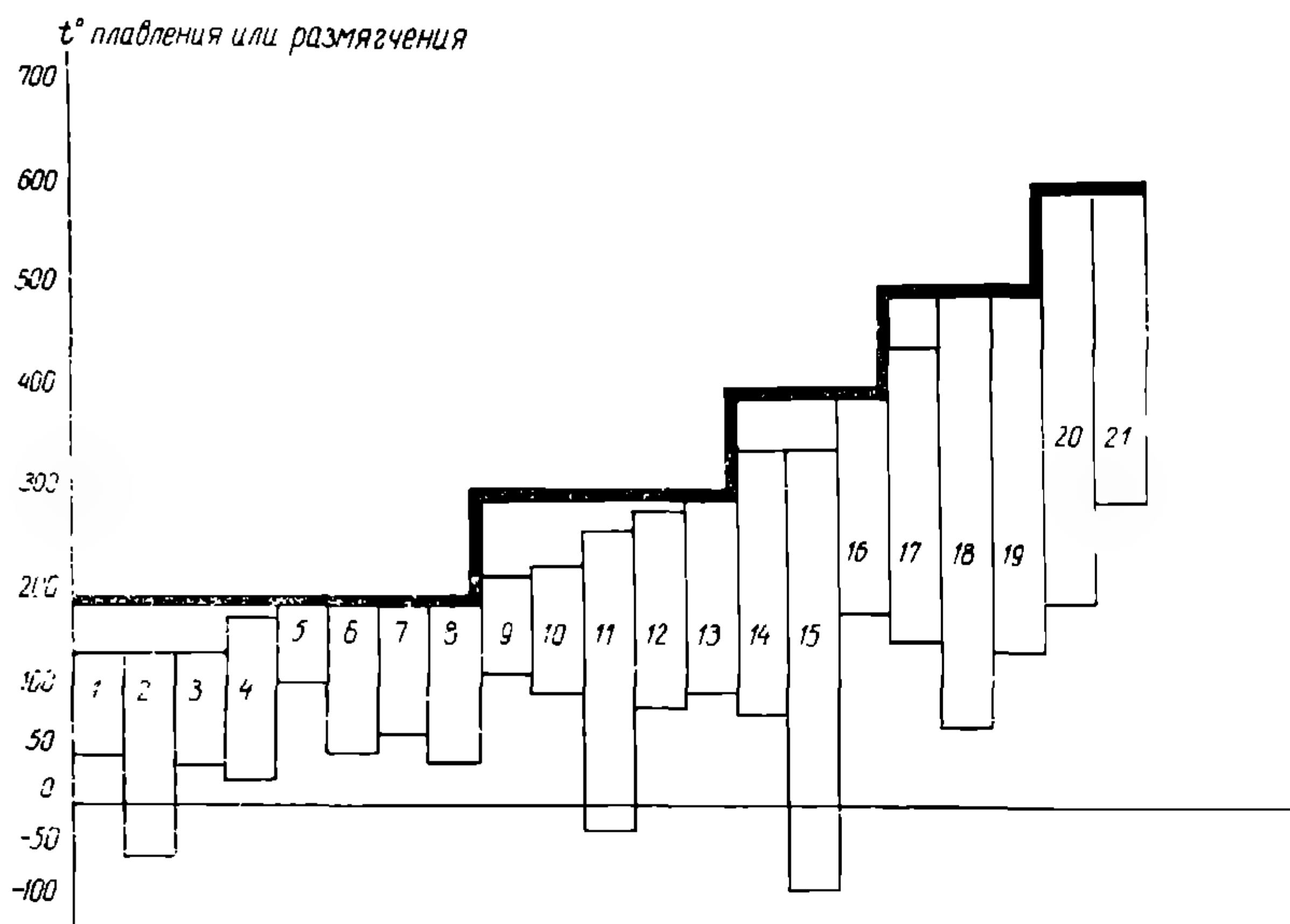
Полимеры вынуждены сдавать экзамен на аттестат зрелости еще в младенческом воз-

расте. Применяемые в качестве электрической изоляции и рабочих деталей в различных машинах и аппаратах, они все чаще должны работать при повышенных температурах.

Но что, собственно, значит «повышенная температура»? Все природные органические полимеры — идеал молекулярной архитектуры, к которому стремятся химики, — сохраняют свои свойства при температурах, которые редко превышают 50—60° С. Нагревание до 100° С безусловно смертельно для огромного большинства живых организмов — при «огненных» температурах хорошо себя чувствуют разве только сказочные саламандры, которые «в огне не горят», и, пожалуй, еще легендарные птицы-фениксы.

Но у современной техники иные мерила. К искусственным материалам уже сейчас предъявляются требования сохранять свои ценные качества при нагревании до 200, 400 и 600° С. Но мало этого: в ряде случаев полимерные материалы обязаны и в огне не гореть...

Недавно появилось сообщение о пластмассах, успешно работающих при температуре в 10 тыс. и больше градусов. Вспомним, что на поверхности Солнца «всего» 6 тыс. градусов и что этого достаточно для превращения всех металлов и металлоидов — всех



«Лестница теплостойкости» полимеров, иллюстрирующая различные температуры их плавления. 1 — полимерные хлорпроизводные; 2 — полимерные виниловые эфиры (простые); 3 — полиэфиры простые; 4 — полнацетали; 5 — полимерные спирты; 6 — полимерные диены; 7 — полимерные виниловые эфиры (сложные); 8 — полимерные акриловые эфиры; 9 — полиарилаты; 10 — поликарбонаты; 11 — сложные полиэфиры; 12 — полимерные фторпроизводные; 13 — полимерные углеводороды; 14 — полнамиды; 15 — полисилоксаны; 16 — полипиразолы; 17 — полихелаты; 18 — полифенилены; 19 — полиарилаты; 20 — полибензимидазолы; 21 — полипирроломеллитимиды

известных нам веществ вообще — в жидкое и даже газообразное состояние.

Но сообщения об удивительных пластмассах — не газетная утка, они существуют. Правда, они не сгорают лишь потому, что очень бурно горят. И это не парадокс. В некоторых случаях важно, чтобы хоть часть пластмассового покрытия осталась целой и достаточно холодной в течение очень короткого срока при температурах, которые ничто на земле выдержать не может. Тогда пластмассе не только предоставляют возможность гореть, но даже помогают ее горению, делая поверхностный слой покрытия весьма пористым. Чем энергичней идет в нем процесс горения, тем более бурно испаряется подстилающий слой пластмассы. Но испарение происходит с большим поглощением тепла, и благодаря этому внутренний слой пластмассы почти не нагревается, окруженный... огненной «шубой».

В таких условиях пластмасса может выдержать сверхвысокие температуры очень недолго. Обычно же требуется, чтобы изделия из полимерных материалов сохраняли

свои химические и механические свойства в течение многих часов и дней хоть и не при таком сильном нагревании, но при сравнительно высоких температурах, да еще и под нагрузкой.

Тем, насколько пластмассы удовлетворяют этому требованию, измеряется степень их теплостойкости.

ПРОХОДНОЙ БАЛЛ

Конструкторы и технологи часто равнодушно выслушивают сообщения о пластмассах, окрашенных во все цвета радуги, идеально прозрачных или обладающих необычайной эластичностью. А какова их теплостойкость? — спрашивают они в первую очередь. Не расплавятся ли, не начнут ли деформироваться уже при ста или двухстах градусах?

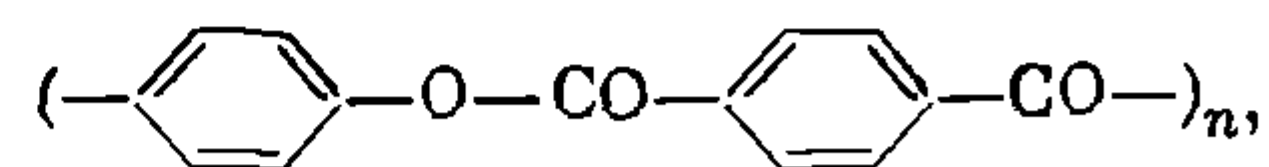
Проходным баллом в этих случаях служит «отметка» за теплостойкость. А раз это так, следует прежде всего

познакомиться с теплостойкостью наиболее распространенных полимеров.

Перед нами «лестница теплостойкости».

Первая ее ступенька занята 8 классами полимерных соединений, представители которых плавятся или размягчаются при температурах, не превышающих 200° С. Для всех этих полимеров типичны линейно-цепные молекулы. Например, такие: —CH₂—CH₂—CH₂—CH₂—CH₂—. Это молекула полиэтилена. Полиэтилен низкого давления плавится при 138° С.

Верхние же ступеньки лестницы заняты полимерами, имеющими в составе своих гигантских молекул циклические звенья. Образцом их может служить полигидрохинон-терефталат:



который выдерживает нагревание до 500° С.

Первое знакомство с теплостойкостью полимеров оставляет отрадное чувство. Ко-

нечно, 500 и 600° — это еще не предел мечтаний технологов. Но ведь и железные балки становятся гибкими примерно при таких же температурах. Даже жаропрочные стали работают лишь до температур, не превосходящих 700° С. И в подавляющем большинстве случаев детали машин и приборов используются в диапазоне, не превышающем 300 или 400° С.

Увы — наша радость преждевременна. Существует роковая таблица, из которой следует, что при рабочих нагрузках никакие из известных до последнего времени полимеров не сохраняют своих механических свойств уже при нагревании до 200° С, а многие утрачивают их даже при меньших температурах.

По ступенькам «лестницы теплостойкости» полимеры разместились в соответствии с температурами плавления или размягчения, измеренными при нулевых нагрузках.

Берется, например, кусочек пластмассы и нагревается в пробирке или электрической печи. Но если пластмассу сжать, если каучуковый жгут растянуть, то окажется, что 14 полимеров из 18, изученных с этой точки зрения, не могут использоваться даже при 150°, а 9 из 18 «сдаются» уже при 120°.

Вот почему столько внимания сейчас уделяется изучению теплостойкости полимеров. Ближайшая цель химиков — преодолеть 200-градусный температурный барьер.

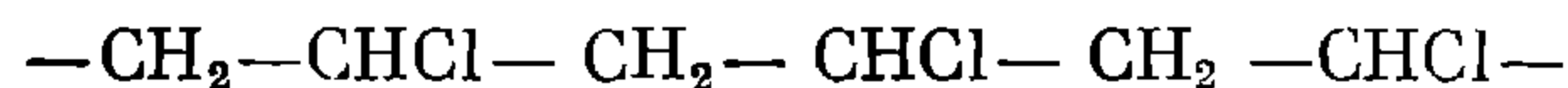
ПЕРВЫЕ ОРИЕНТИРЫ

Представьте себе, что у вас в руках кусок ткани, который вы стараетесь растрепать, разобрать по нитке, смять и скомкать. Каждая нитка соответствует молекуле полимера. А «стремится» порвать связь между ними высокая температура. Очевидно, что чем гибче нитки, тем легче скомкать ткань и чем слабее они сцеплены друг с другом, тем скорее удастся ее разрушить. Чем гибче молекулы полимеров и чем меньше действующие между ними силы сродства, тем ниже точка плавления полимера.

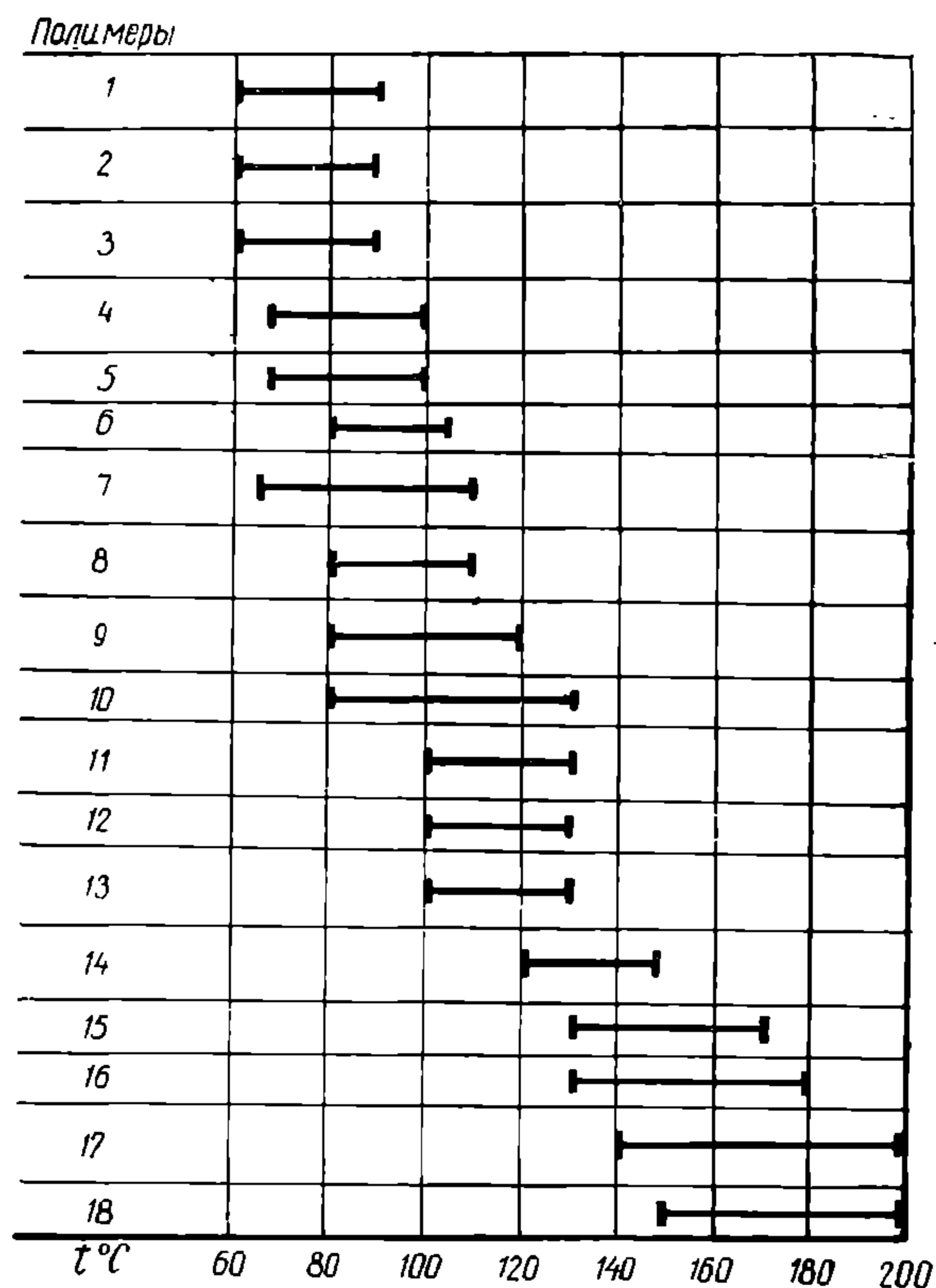
Опыт подтверждает справедливость нашего рассуждения. Гибкость молекул полиэтилена и слабость их связей между собой определяют низкую температуру его плавления. Молекулы же чемпионов теплостойкости, занимающих верхние ступеньки нашей лестницы, сильно взаимодействуют друг с другом.

А вот еще одно наблюдение: если в звень-

ях полиэтиленовой цепочки заменить определенные атомы водорода атомами хлора, получится хлорзамещенное соединение поливинилхлорид:



с температурой плавления уже не 138, а всего 80° С. Но если в той же цепочке звеньев все атомы водорода заменить атомами аналога хлора — фтора, произойдет резкое увеличение теплостойкости. У политетрафторэтилена $-\text{CF}_2-\text{CF}_2-\text{CF}_2-\text{CF}_2-$ кристаллы начинают плавиться лишь при 327° С. Выше этой тем-



Рабочий диапазон для различных полимеров, ограниченный предельными температурами, не превышающими 200°С. 1 — обычный поливинилхлорид и модифицированный поливинилхлорид; 2 — обычный и модифицированный полистирол; 3 — резины на основе чисто органических каучуков; 4 — полиакрилаты и полиметакрилаты; 5 — полиолефины; 6 — полиамиды; 7 — линейные полиуретаны, непластифицированные и пластифицированные; 8 — ненасыщенные полиэфирные смолы; 9 — модифицированные полиэфирные смолы; 10 — эпоксидные смолы; 11 — спитые полиуретаны; 12 — поликарбонаты; 13 — линейные терефталаты; 14 — спитые терефталатные смолы; 15 — фторсодержащие эластомеры; 16 — силоксановые эластомеры; 17 — обычные и модифицированные силиконовые смолы; 18 — фторсодержащие жесткие полимеры

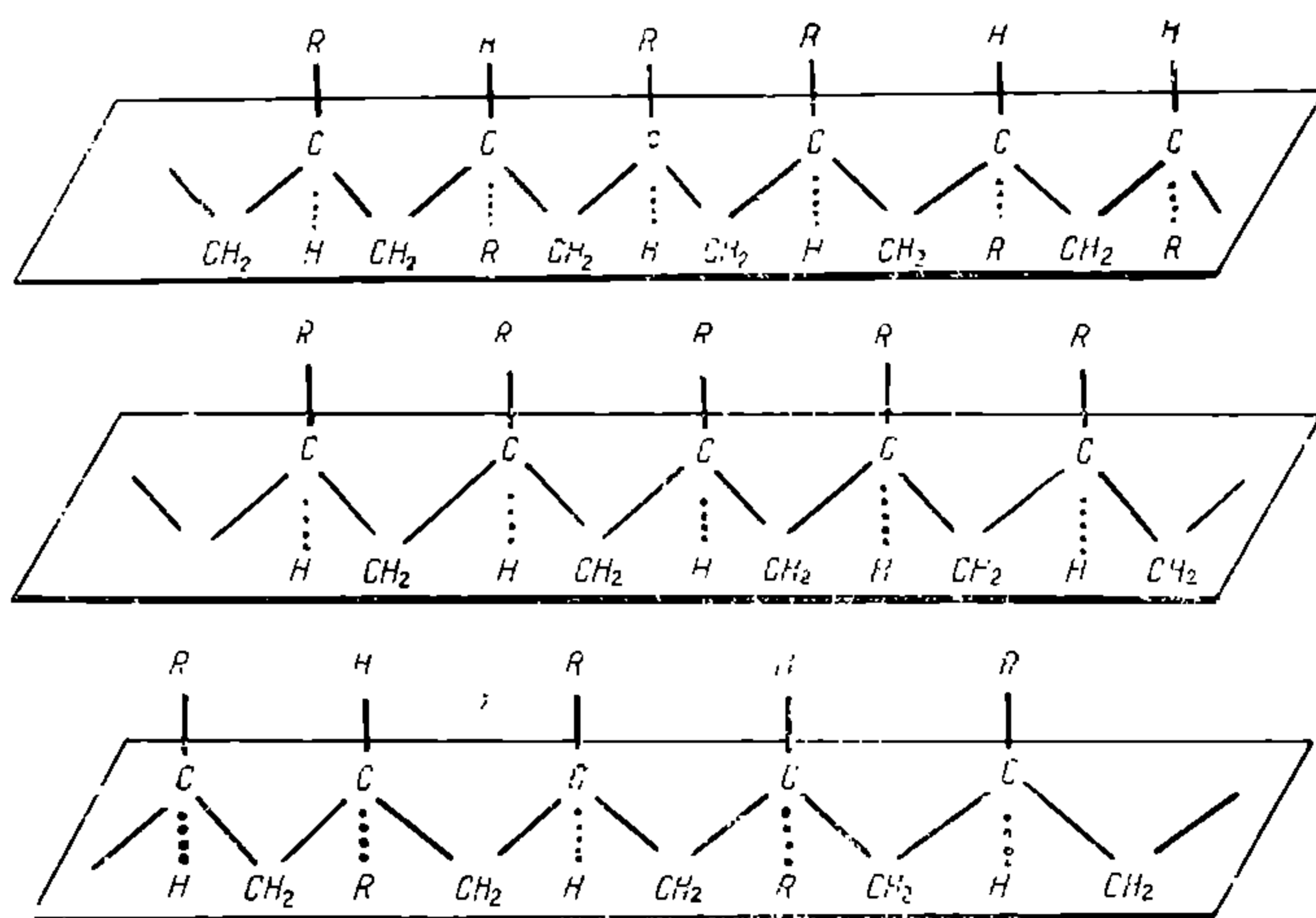


Схема строения нерегулярных (атактических) и стереорегулярных полимеров. *Вверху* — атактический полимер: радикалы и атомы водорода беспорядочно чередуются под и над плоскостью, на которой расположены углеродные атомы главной цепи полимера; *в середине* — изотактический стереорегулярный полимер, все радикалы которого находятся по одну сторону этой плоскости; *внизу* — синдиотактический полимер с радикалами, расположенными поочередно над и под плоскостью углеродных атомов главной цепи

пературы полимер становится текучим и способен спекаться.

Натуральный каучук плавится при низких температурах. В его молекулах чередуются двойные и одинарные связи между атомами углерода основной цепочки:

$$-CH_2-C(CH_3)=CH-CH_2-CH_2-$$

$$-C(CH_3)=CH-CH_2-$$

В недавно полученном линейном полимере «карбине» сопряжены одинарные и тройные связи: $-C \equiv C-C \equiv C-$. Это вещество остается твердым до $2300^\circ C$, при дальнейшем нагревании оно не плавится, а превращается в графит.

В одних полимерных цепочках, образованных из неодинаковых звеньев, звенья чередуются как попало (так нанизал бы на нитку цветные бусинки человек с завязанными глазами), — это нерегулярные полимеры. В других полимерах разнородные звенья чередуются в строгом порядке — это регулярные полимеры.

Есть и такие полимеры, в которых правильно чередующиеся звенья одинаково ориентированы в пространстве (допустим, что у разноцветных бусинок имеются сбоку пятнышки, которые всегда обращены у одних вверх, а у других вниз, у третьих направо, у четвертых налево и т. д.) — это стереорегулярные полимеры. Именно среди них

встречается много теплостойких, в то время как нерегулярные полимеры обычно легко размягчаются и плавятся.

Подобных наблюдений, иногда поддающихся теоретическому объяснению, а иногда остающихся эмпирическими, помогающих создавать теплостойкие полимеры, уже накопилось много. Но разрозненные наблюдения и правила не удовлетворяют химиков. Направленный синтез теплостойких полимеров будет эффективным лишь тогда, когда в руках у химиков окажется «карта теплостойкости», по которой можно было бы наметить путь исследований подобно тому, как путешественник прокладывает по географической карте путь корабля или самолета к самой далекой цели.

Одна из «карт теплостойкости» создана в Институте элементоорганических соединений АН СССР, в лаборатории, руководимой чл.-корр. АН СССР В. В. Коршаком.

Но прежде чем говорить о ее «материках» и «океанах», отметим еще одно обстоятельство.

ЕСТЬ НА КАРТЕ И БЕЛЫЕ ПЯТНА

В истории географии бывали, правда не часто, случаи, когда с карт приходилось стирать острова или горные цепи, заменяя их большими вопросительными знаками, — загадочные белые пятна появлялись там, где раньше рисовались как будто уже открытые географические объекты. Ученым других специальностей также приходится иногда убеждаться, что, казалось бы, точно установленные закономерности буквально ускользают из рук.

Вот поучительный пример внезапного появления белого пятна на карте теплостойкости полимеров.

Помните, как убедительно выглядело наше рассуждение о молекулах-нити? Гибкие и гладкие нити легко выдергиваются из ткани; ткань, состоящую из негнущихся и цепляющихся друг за друга нитей, расщепить труднее. Конечно, нельзя представлять себе молекулы в виде уменьшенных в миллион раз ниточек, цепляющихся друг за друга какими-то выступами, неровностями, крючками. Силы молекулярных связей имеют электронную природу, как и силы, свя-

зывающие атомы в молекулу. Величина сил электронных связей поддается точному измерению. Оказалось, что в основной цепочке полимерных молекул силы взаимодействия между атомами углерода раз в десять больше, чем силы межмолекулярных связей. Но так как каждая молекула окружена сотнями таких же молекул, может случиться, что при нагрузке полимеров их гигантские молекулы скорее разорвутся пополам, чем освободятся из объятий своих соседей. Силы межмолекулярного сродства оказывают на теплостойкость полимеров столь явное влияние, что уже намечалась возможность, установив характер межмолекулярного сродства у данного полимера и измерив величину этого сродства, предсказывать температуру плавления.

Но как раз в этот момент и начали обнаруживаться несоответствия: у полигексаметиленадипината силы межмолекулярного сродства выражаются, например, большой величиной — 3400 условных единиц, и в полном соответствии с этим у них довольно высокая температура плавления — 264°C . Но у столь же тугоплавкого полиэтилентетрафталата силы межмолекулярного взаимодействия в тех же единицах равны всего 1900.

Еще хуже обстоит дело с некоторыми другими полимерами.

Полистирол по величине межмолекулярных сил (4000) превосходит оба выше названных полимера, но плавится всего при 80° . Гуттаперча и натуральный (невулканизированный) каучук, имеющие одинаковый химический состав и равные величины межмолекулярных сил взаимодействия, плавятся первая при 60° , а второй — при 0°C .

Почему? В чем причина несоответствий между величинами сил межмолекулярных связей и теплостойкостью полимеров?

Вероятнее всего в том, считает чл.-корр. АН СССР В. В. Коршак, что связь между строением полимерной макромолекулы и свойствами полимера в массе, в блоке, с его теплостойкостью в частности, осуществляется не непосредственно, не прямо, а через промежуточные, надмолекулярные структуры, в изучении которых ведущее место занимают исследования акад. В. А. Каргина и его школы.

Пчела с пчелой скрепляется в рое очень прочно, но если бы существовали конгломераты из сотен и тысяч роев, то прочность конгломерата зависела бы не только, а может

быть даже не столько, от «межмолекулярного» сцепления отдельных пчел, сколько от взаимодействий целых роев. Пчелиным роям в массе полимера соответствуют особые вторичные, надмолекулярные структуры — глобулы и пачки. Но о том, как влияет их строение на свойства полимера в массе и насколько тесно связано строение пачек со строением макромолекул, из которых они состоят, мы знаем еще очень мало. А в результате этого на карте теплостойкости и появилось неожиданное белое пятно, для уничтожения которого понадобятся совместные усилия химиков и физиков, вооруженных всеми современными методами научных исследований — от электронной микроскопии, при помощи которой изучаются надмолекулярные структуры, до электронного парамагнитного резонанса, который дает очень много для точного определения сил межмолекулярного взаимодействия.

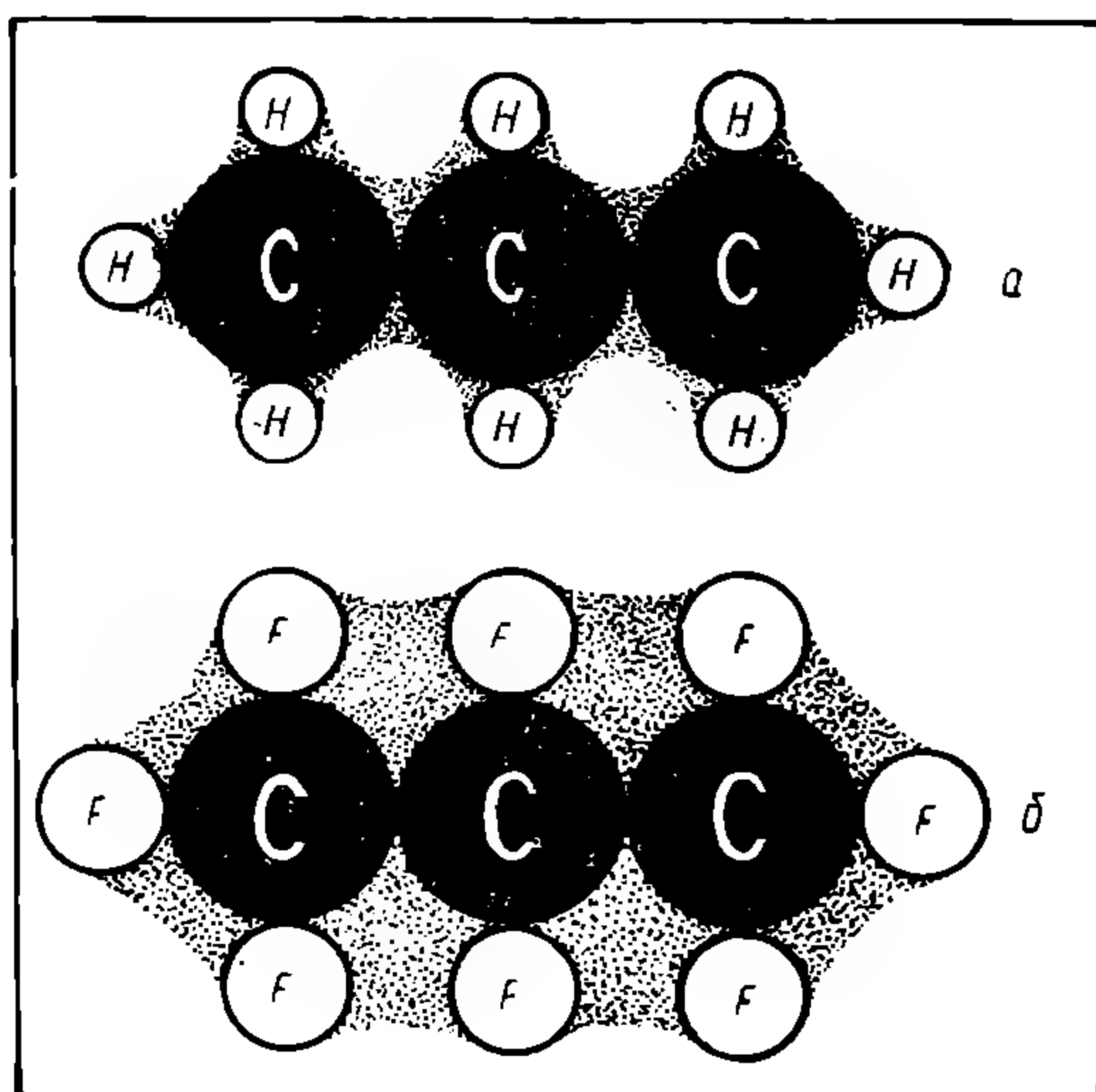
Не задерживаясь более на том, что еще мало изучено, обратимся к областям, достаточно детально обозначенным на карте теплостойкости полимеров.

ТРИ ГЛАВНЫХ ФАКТОРА

В. В. Коршак и его сотрудники выделили три главных фактора, определяющих теплостойкость синтетических материалов. Один из них нам знаком — влияние межмолекулярных связей. Если оно не перекрывается воздействием надмолекулярных структур, действительно правило: все, что ведет к укреплению связей между молекулами, приводит к повышению теплостойкости полимеров.

В состав полимерных цепочек можно ввести полярные атомы или группы атомов, которые сильно притягиваются друг к другу, — фтор, карбоксильные, нитрильные и другие группы. Как правило, полимерные цепочки, вдоль которых расположены такие микромагнетики, прочно связываются друг с другом, а термостойкость всего полимерного блока от этого заметно возрастает.

Давно известен прием вулканизации каучука — образования между его молекулами мостиков из атомов серы. Эти мостики также усиливают межмолекулярные связи. Теперь для строительства микромостов мобилизовано новейшее средство — радиация. Облученный γ -лучами полиэтилен сразу подымается на следующую ступеньку лестницы



Строение молекулы углеводорода (а) и фторуглерода (б). Небольшие атомы водорода не способны экранировать внутреннее силовое поле молекулы углеводородов, тогда как крупные атомы фтора надежно защищают фторуглероды от вторжения в их состав посторонних молекул

теплостойкости: он плавится уже не при 138° , а при 250° С.

Теоретически чуть ли не все макромолекулы можно связать мостиками. Теоретически, да и практически, между каждыми двумя соседними молекулами можно построить хоть десять, хоть сто мостиков. Но при слишком большом количестве межмолекулярных связей каучук становится хрупким как стекло. Такая же участь постигает и другие полимеры. Выигрывая в теплостойкости, мы проигрываем в прочности, в эластичности и в других важных свойствах синтетических материалов. А из этого следует, что увлекаться «мостостроением» опасно и нужно искать другие пути, ведущие к цели.

Второй путь — второй фактор, определяющий теплостойкость полимеров.

Уже упоминалось о том, что стереорегулярные полимеры обычно обладают более высокой теплостойкостью, чем их «хаотические» собратья. Это пример влияния строения макромолекулы на теплостойкость полимерных материалов. Следующий пример легче изобразить, чем описать словами. Схематический рисунок участков трех макромолекул, очень близких по составу полимеров, говорит сам за себя (рис. на стр. 31). Ясно, что плотнее всего улягутся и теснее, ближе соприкоснутся молекулы среднего ряда. Сложенный из них полимер окажется наиболее стойким к воздействию высоких температур.

Плотность упаковки, зависящая от строения макромолекул, имеет очень большое значение. Полиэтилен, полученный при низком давлении, плавится при 138° , полиэтилен высокого давления — при 105° С. Исследования показали, что у первого из них макромолекулы «гладкие», неразветвленные, нитевидные, тогда как у второго — разветвленные. Очевидно, что разветвленные молекулы еще труднее уложить ровными рядами, чем сложить поленницу из суковатых дров.

Третий фактор теплостойкости — это особенности строения тех звеньев, из которых состоят цепочки макромолекул; характерные особенности бусинок, нанизанных на нить ожерелья.

«О важной роли фторполимеров в авиации, — писал недавно акад. И. Л. Кнунянц, — свидетельствует замечание авторов обзора по фторсодержащим соединениям Банка и Хасцельдина: „Современные самолеты и управляемые снаряды были бы немыслимы без применения фторполимеров“... По образному выражению Саймонса, фторполимеры обладают алмазным сердцем и шкурой носорога»¹.

В этой статье рассматривается проблема теплостойкости полимеров. Но на примере фторполимеров удобно хотя бы коротко познакомиться с еще одной важной характеристикой синтетических материалов — с их термостойкостью, под которой понимают способность полимеров сохранять свой состав и строение (не разрушаться) в широком диапазоне температур.

Фторполимеры термостойки и теплостойки. Один из секторов необычайной стойкости фторзамещенных углеводородов заключается в том, что маленькие атомы водорода (не зря их обозначают на схемах крошечными кружочками) не могут экранировать внутреннее силовое поле молекул от вторжения посторонних активных молекул, например кислорода воздуха. Сравнительно же крупные атомы фтора образуют труднопроницаемый экран, «шкуру носорога», благодаря чему фторзамещенные полимеры и становятся обладателями «алмазных сердец» (см. рис. вверху слева).

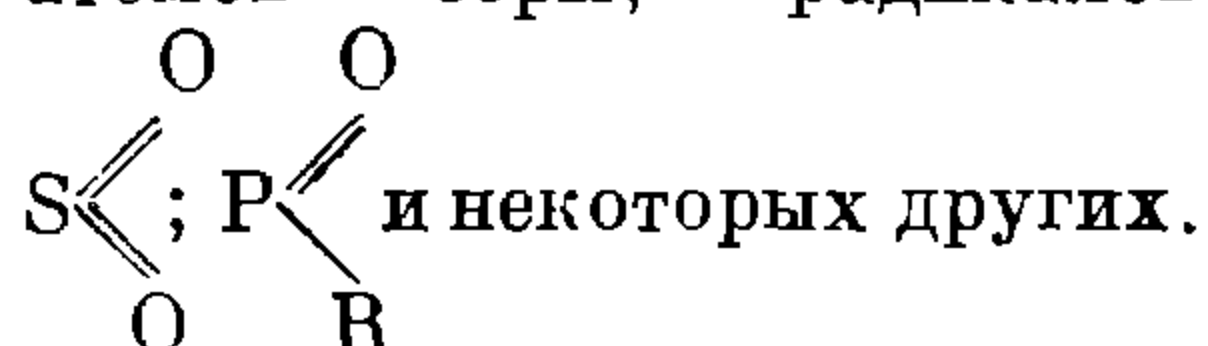
Косвенно это сказывается и на теплостойкости этих полимеров. Дело в том, что при повышении температуры возрастает скорость большинства химических реакций,

¹ И. Л. Кнунянц, А. В. Фокин. Покорение неприступного элемента. Изд-во АН СССР, 1963, стр. 110.

в том числе и скорость реакции окисления, разрушающей полимер. Но в основном высокая теплостойкость фторполимеров зависит, вероятно, от высокой симметричности их макромолекул, жесткости и большой степени кристалличности их структур.

Нам знакомо уже влияние на теплостойкость различных сопряжений одинарных, двойных и тройных связей в звеньях полимерных молекул.

Для некоторых классов полимеров установлена четкая зависимость между числом метиленовых групп ($-\text{CH}_2-$), входящих в их звенья, и количеством вытеснивших их заместителей — атомов серы, радикалов

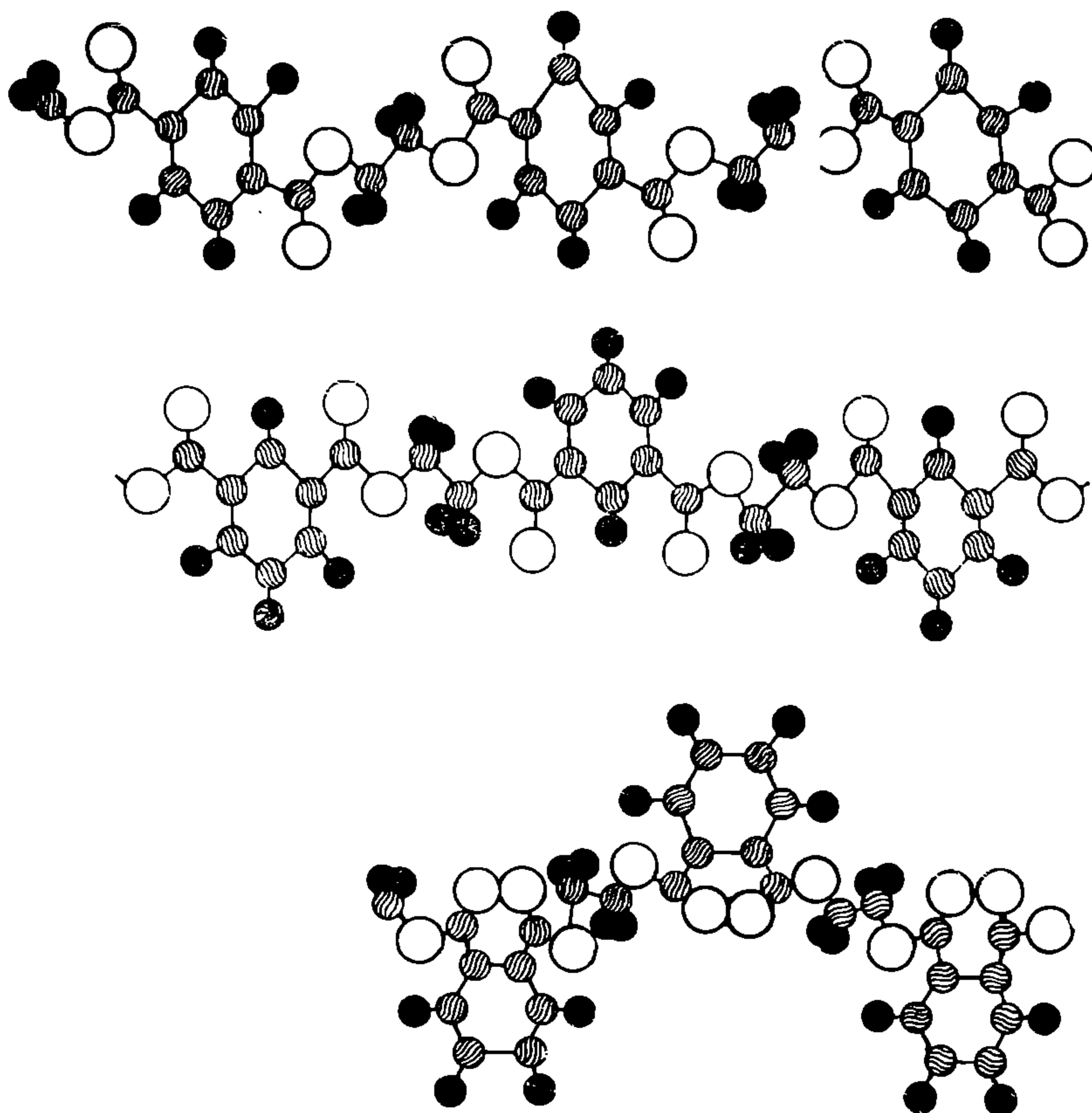
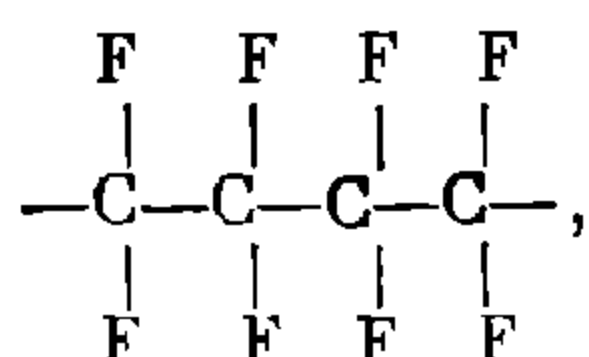


Чем больше заместителей, тем выше температура плавления полимеров.

Мономер — макромолекула — межмолекулярные связи. Все эти три фактора тесно связаны друг с другом. Изучив их, химики смогли осуществить первые направленные синтезы теплостойких полимеров.

«ЧЕМПИОНЫ» ТЕПЛОСТОЙКОСТИ

Впрочем, один из них, известный с 1938 г., синтезировался... сам. Однажды из баллона, наполненного тетрафторэтиленом, внезапно прекратилась подача газа. Баллон «умер» и был вскрыт по всем правилам судебно-медицинской экспертизы, только экспертами на этот раз были химики, установившие, что газообразный тетрафторэтилен превратился в белый порошкообразный политетрафторэтилен или фторопласт-4

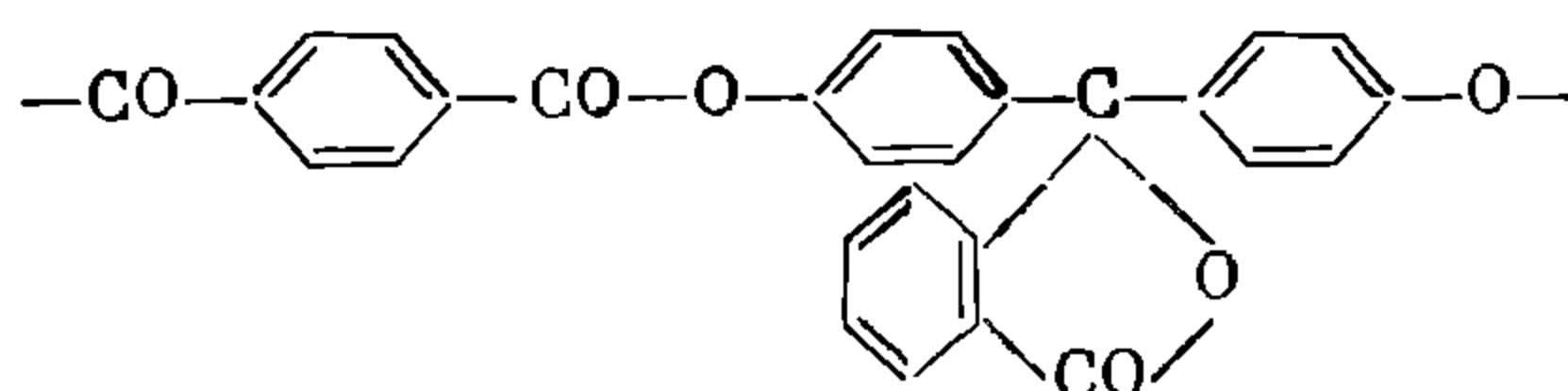


Схематическое изображение полимерных цепей полиэфиров: близкие по составу молекулы образуют неодинаково плотные «пачки». Легче всего, очевидно, улягутся рядом молекулы второго полимера (помещен в середине)

обладающий высокой теплостойкостью и многими другими ценными качествами. Самосинтез фторопласта осуществился из-за попавших вместе с газом в баллон следов какой-то перекиси, например перекиси водорода или даже кислорода.

В. В. Коршак и С. В. Виноградова, уже по заранее намеченному плану, создали целый ряд полиарилатов, в том числе полиарилат Ф-2, способный при 230° выдерживать нагрузку в 300 кг/см^2 . Такую примерно нагрузку приходится выдерживать кирпичам, положенным в основание десятиэтажного дома!

Вот формула звена этого «чемпиона»:



Силиконовый каучук (его основная цепочка состоит из чередующихся атомов кислорода и кремния: $—O—Si—O—Si—O—$) выдерживает при $300^{\circ}C$ растяжение под действием силы в 30 кг/см^2 —все остальные каучуки теряют прочность гораздо раньше.

Очень теплостойки и широко известные кремнийорганические соединения, открытые и детально изученные акад. К. А. Андриановым и его сотрудниками.

Мы уже говорили о том, что «карбин» не разрушается при нагревании до 2300° . Это удивительное вещество тоже было получено в лаборатории В. В. Коршака. При определенных условиях молекулы ацетилена теряют водородные атомы, а за счет освободившихся связей атомов углерода образуется цепь макромолекулы карбина — полимера, состоящего из чистого углерода $—C\equiv C—C\equiv C—C\equiv C—$.

Перед нами единственная в своем роде «голая» углеродная цепь.

Весьма интересны превращения вискозного волокна при температурах от 2700 до $2900^{\circ}C$. При нагревании, лучше сказать при прокаливании (конечно, в отсутствие

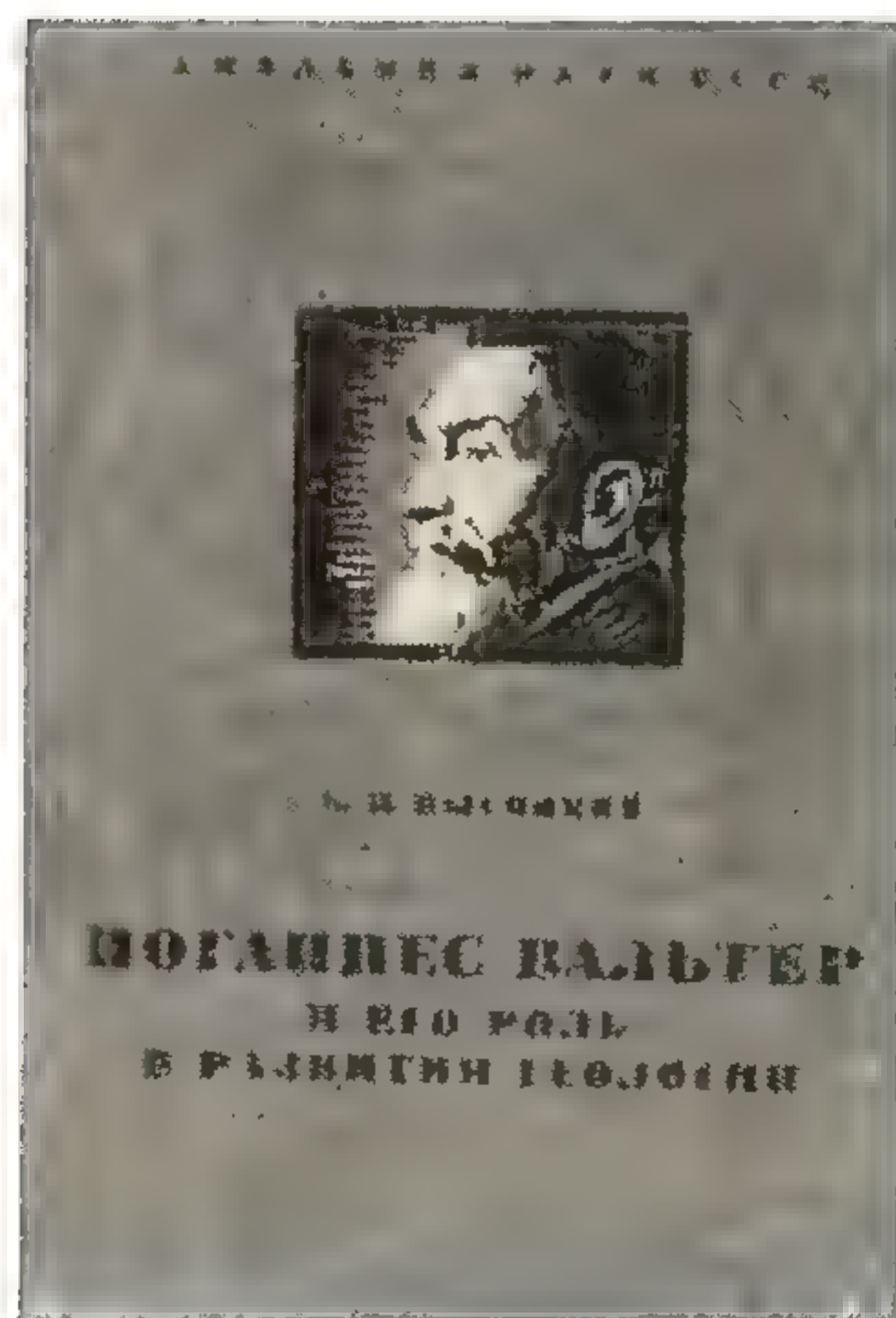
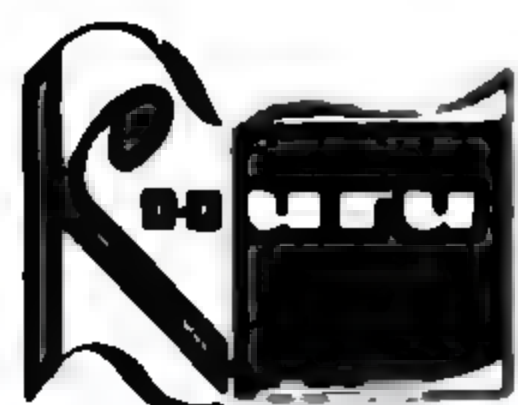
кислорода), молекулы вискозного волокна $(C_6H_{10}O_5)_n$ утрачивают все атомы кислорода и почти все атомы водорода, превращаясь в молекулы графитового волокна $(C_{28}H)$, но сохраняя при этом характерную для карбоциклоцепных полимеров структуру. Графитовые волокна настолько теплостойки, что применяются для изготовления сопел ракет, фильтров для горячих газов, высокотемпературной изоляции, т. е. там, где не выдерживают никакие другие материалы.

На этом мы закончим рассказ о новых теплостойких полимерах, но не потому, что исчерпан их список, а потому, что пора подвести итог всему, что мы узнали.

Итак, двухсотградусный барьер рабочих режимов полимеров химиками взят. Перед синтетическими материалами открываются новые возможности. Может быть, уже скоро при помощи полимеров будут решаться задачи, которые сейчас вовсе не по силам, или с которыми с трудом справляются металлургия, керамическая и силикатная промышленность.

Впереди — огнеупорные полимеры!

УДК 678.7



Б. П. Высоцкий
ИОГАННЕС ВАЛЬТЕР
И ЕГО РОЛЬ В РАЗВИТИИ
ГЕОЛОГИИ
Изд-во «Наука», 1965,
175 стр., ц. 81 коп.

В нашей литературе исследования известного немецкого естествоиспытателя И. Вальтера освещены мало — они почти не переведены на русский язык. А между тем И. Вальтер был первым ученым, который к проблемам геологии подходил с позиций дарвинизма и биологии. Будучи биологом по образованию, он много работал с известными геологами того времени (со дня рождения И. Вальтера минуло немногим более 100 лет). Это был не кабинетный ученый, а неутомимый путешественник. Он занимался изучением вулканизма на Липарских островах, исследованием пустынь в Тунисе, России, Австралии, работал в Индии, Северной Америке, в районах Красного и Северного морей. В России он был во время Международного геологического конгресса 1897 г. и проехал по Уралу, Кавказу, Туркмении.

Круг интересов этого выдающегося исследователя был чрезвычайно широк. Он положил начало систематической разработке

учения о местообитании живых организмов и зависимости их распространения от внешних условий, занимался сравнительным изучением осадочных пород и современных отложений, латеритами, его интересовали некоторые проблемы палеогеографии и многие другие вопросы. И. Вальтер был также прекрасным популяризатором науки.

Книга знакомит с основами научного мировоззрения ученого, палеонтологическими, тектоническими и другими работами, в частности со знаменитым трудом «Закон образования пустынь». Автор показывает научно-историческое и современное значение исследований И. Вальтера, что особенно важно для молодого поколения советских геологов и географов, которые почти не знакомы с его наследием. Книга сопровождается впервые опубликованной библиографией работ И. Вальтера на немецком языке, а также списком литературы о нем и по вопросам, затрагивавшимся в его исследованиях.

СВЕТОВЫЕ ВОЛНЫ С ПОПЕРЕЧНЫМИ И ПРОДОЛЬНЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ

Академик А. В. Шубников

В 1938 г. в Академии наук СССР было организовано торжественное собрание, посвященное пятидесятилетию открытия волн Генриха Герца. В программе стояло несколько докладов о работах знаменитого немецкого физика и демонстрация изготовленного под руководством В. К. Аркадьева мультипликационного фильма о распространении электромагнитных волн от вибратора Герца.

Когда-то, занимаясь преподаванием кристаллооптики, я сам мечтал создать подобный фильм, однако убедившись в том, что с помощью общеизвестной максвелловской модели электромагнитных волн с поперечными колебаниями изобразить на плоскости распространение таких волн нельзя, отказался от этой мысли.

Случайно моим соседом на собрании оказался один из моих давнишних университетских товарищей физиков. Из разговора выяснилось, что он работает в области магнетизма в контакте с автором фильма В. К. Аркадьевым. На мой вопрос соседу, считает ли он возможным трактовать электромагнитные волны как волны с продольными колебаниями, я получил ожидаемый отрицательный ответ. Тогда, убежденный в невозможности показать на экране электромагнитные волны с поперечными колебаниями, я стал уверять своего приятеля, что в фильме будут показаны волны с продольными колебаниями. Так оно и случилось на самом деле, хотя В. К. Аркадьев по какому-то странному недоразумению считал, что он демонстрирует волны с поперечными колебаниями.

На меня этот инцидент произвел сильное

впечатление. В результате мною тогда же была написана статья «Существует ли свет с продольными колебаниями?». Статью эту я не осмелился опубликовать, не желая затевать дискуссию по вопросу, который всеми физиками считался давно и до конца решенным.

Через несколько лет при встрече с В. К. Аркадьевым, я спросил его, как могло случиться, что, желая показать на экране распространение электромагнитных волн с поперечными колебаниями, он в действительности воспользовался моделью волн с продольными колебаниями. В. К. Аркадьев признался, что такой вопрос действительно не приходил ему в голову и обещал со временем разобраться в этом деле. Позже мне неоднократно приходилось видеть в разных учебных руководствах и статьях по физике изображение модели электромагнитных волн с поперечными колебаниями, но ни разу не приходилось читать, что эти волны можно изобразить моделью с продольными колебаниями.

Прошло еще несколько лет. И Владимир Константинович как-то сообщил мне, что ему удалось создать фильм, в котором на этот раз демонстрируется распространение электромагнитных волн с поперечными колебаниями. Свой новый фильм он обещал показать мне. Но вскоре В. К. Аркадьев умер. Хотя я по-прежнему не могу себе представить, каким образом мог быть создан подобный фильм, я склонен думать, что второй ошибки Владимир Константинович допустить никак не мог.

Чтобы показать, насколько глубоко вош-

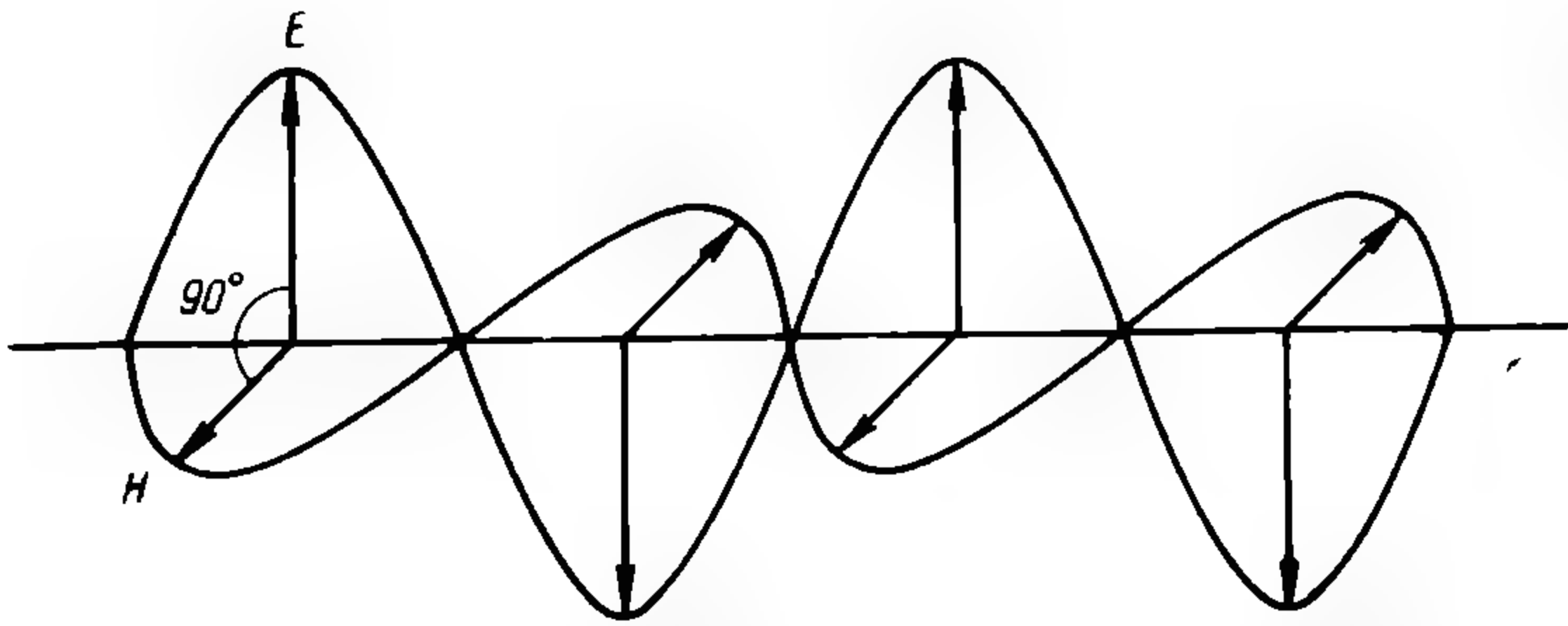


Рис. 1. Общепринятая модель электромагнитного линейно-поляризованного луча: E — максимальная напряженность электрического поля, H — максимальная напряженность магнитного поля

ло в сознание ученых представление о поперечности колебаний в электромагнитных волнах, я мог бы привести множество примеров из научной литературы, начиная с известного мемуара О. Ж. Френеля по кристаллооптике и кончая современными статьями по радиотехнике и лазерной оптике, где вопрос о поперечности колебаний в электромагнитных волнах трактуется как давно и окончательно решенный положительно... Например, в книге «Оптика и атомная физика» (1951 г.) С. Э. Фриша и А. В. Тиморева читаем: «Электромагнитная волна характеризуется колебанием двух векторов: вектора электрической напряженности E и вектора магнитной напряженности H . Оба вектора колеблются во взаимно перпендикулярных плоскостях в одинаковых фазах. Электромагнитная волна поперечна: скорость распространения волны перпендикулярна к направлениям обоих векторов». Г. С. Ландсберг в «Оптике» (1957 г.) пишет: «Из электромагнитной теории света вытекает непосредственно, что световые волны поперечны», и далее подробно объясняет, в каком смысле они поперечны, заканчивая словами: «направление векторов E и H перпендикулярно к направлению распространения, т. е. электромагнитная волна поперечна». В статье «Поляризация света» в «Физическом энциклопедическом словаре» (т. 4, 1965 г.) ее автор В. А. Кизель пишет кратко: «электромагнитные волны поперечны».

ОБЩЕПРИНЯТАЯ МОДЕЛЬ

За 150 лет, истекшие после введения Френелем понятия о поперечности световых колебаний, за 100 лет, прошедшие после появления первых работ Максвелла по электромагнитной теории света, и за 75 лет после

открытия волн Герца у физиков, по-видимому, не возникало никаких сомнений в безукоризненной правильности общепринятой модели линейно поляризованного светового луча, показанной на рис. 1.

Эта модель, как известно, состоит из двух синусоид, расположенных в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Плоскости пересекаются по прямой, вдоль которой идет луч света. Если примем эту прямую за ось абсцисс, то ординаты всех точек одной синусоиды будут изображать собою векторы E напряженности электрического поля, а ординаты точек другой синусоиды — векторы H напряженности магнитного поля. Модель изображает собою мгновенное состояние луча. Взяв модель в руки (ее можно изготовить из пластинки стекла, наклеив на нее две картонные синусоиды), нетрудно обнаружить, что она содержит множество поперечных по отношению к лучу плоскостей симметрии, определяемых каждой парой максимальных векторов E и H . Кроме того, модель имеет множество центров симметрии, расположенных во всех точках, где пересекаются между собой обе синусоиды, и винтовую ось второго порядка, совпадающую с лучом. Чтобы составить себе представление о луче во времени, следует вообразить, что модель движется вдоль своей оси с постоянной скоростью V .

Существование в модели множества поперечных плоскостей и центров симметрии

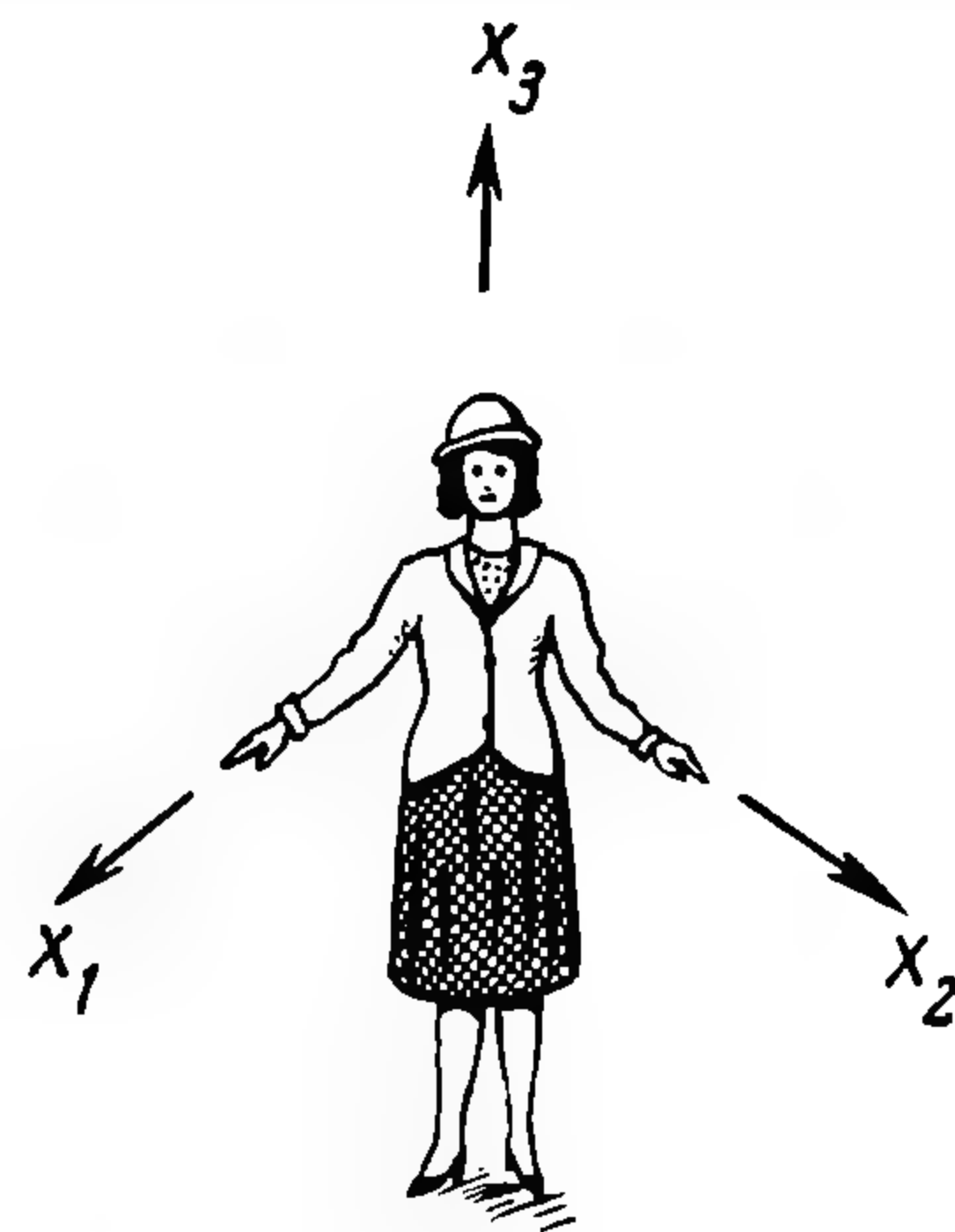


Рис. 2. Правая система координат

означает, что луч света с равным правом может распространяться как вперед, так и назад. В действительности он идет в одном определенном направлении: на рис. 1—вправо. Чтобы устранить эту неопределенность, Дж. Пойнтинг предложил для определения направления вектора V следующее правило, никак не согласующееся с описанной симметрией модели луча: если большой палец левой руки направить вдоль электрического вектора E , а средний вдоль магнитного вектора H , то указательный палец покажет направление скорости V . Приняв векторы H , V , E , соответственно за координатные оси x_1 , x_2 , x_3 , получим так называемую правую или правовинтовую систему координат (рис. 2).

НЕДОСТАТКИ ПРИНЯТОЙ МОДЕЛИ

Основным недостатком этой общепринятой модели является то, что в ней аксиальный вектор H , по традиции, ничем не оправданной, неправильно изображается такой же прямолинейной стрелкой, какой совершенно правильно изображаются полярные векторы E и V . Мы называем эту традицию ничем не оправданной, поскольку еще 80 лет назад Пьер Кюри понял, что полярные и аксиальные векторы различаются своей симметрией и по этой причине должны изображаться различным образом. Полярные векторы имеют симметрию неподвижного конуса или, что одно и то же, симметрию конечной прямолинейной стрелки (рис. 3, а). Аксиальные векторы, по Пьеру Кюри, должны иметь симметрию вращающегося цилиндра или, что одно и то же, симметрию отрезка прямой, вращающегося вокруг себя (рис. 3, б). Элементами симметрии прямолинейной стрелки и конуса являются: одна ось бесконечного порядка и беско-

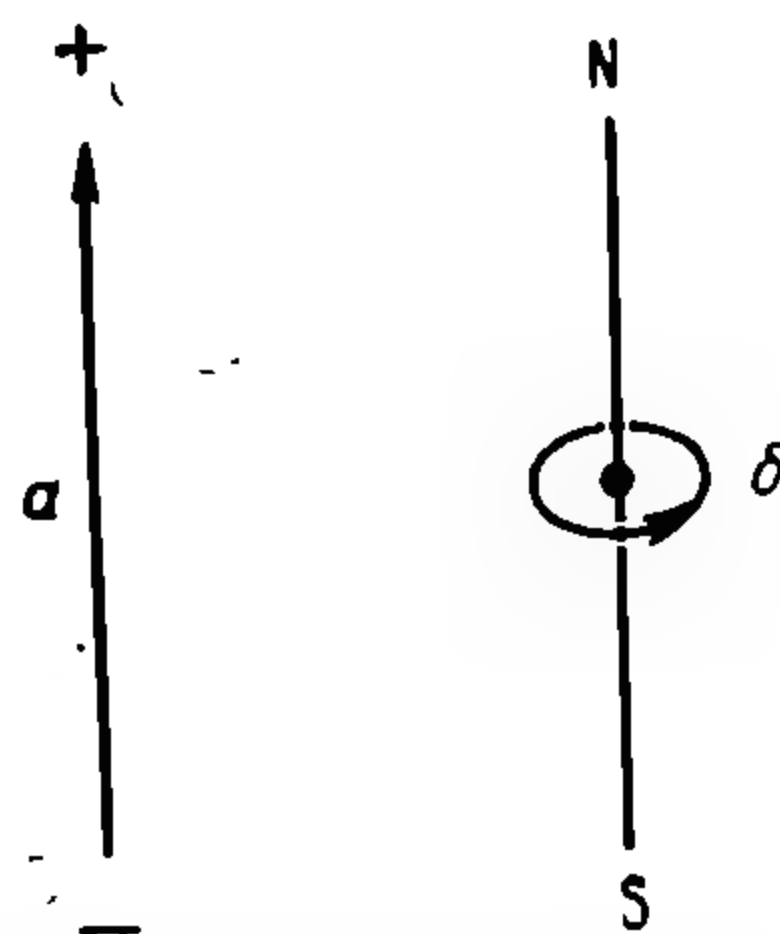


Рис. 3. Рациональное изображение полярных (а) и аксиальных (б) векторов

того же отрезка, но не отличаем направление вокруг отрезка прямой в одну и другую стороны. В аксиальных векторах мы отличаем северный (левый) конец (N) отрезка прямой от южного (правого) (S) и направление вращения вокруг отрезка прямой в одну и другую стороны, но не отличаем направление вперед от направления назад вдоль отрезка.

Второй недостаток общепринятой модели заключается в уже упомянутом утверждении, будто три вектора H , V , E образуют правовинтовую систему. Если бы это утверждение на самом деле было правильным, нельзя было бы понять, почему в природе существуют только правые электромагнитные волны, но вовсе не существует равноправных им левых волн и почему для определения направления вектора V следует пользоваться правилом Пойнтинга, т. е. правилом левой руки, а не аналогичным правилом правой руки.

Изобразив вектор H правильно, увидим, что тройка интересующих нас векторов (рис. 4) образует систему, которая не является ни правой и ни левой, а, если угодно, правой и левой одновременно, поскольку она, эта тройка векторов, содержит в себе в качестве единственного элемента симметрии плоскость симметрии и по этой причине может быть геометрически разделена на две зеркально равные асимметричные доли — правую и левую.

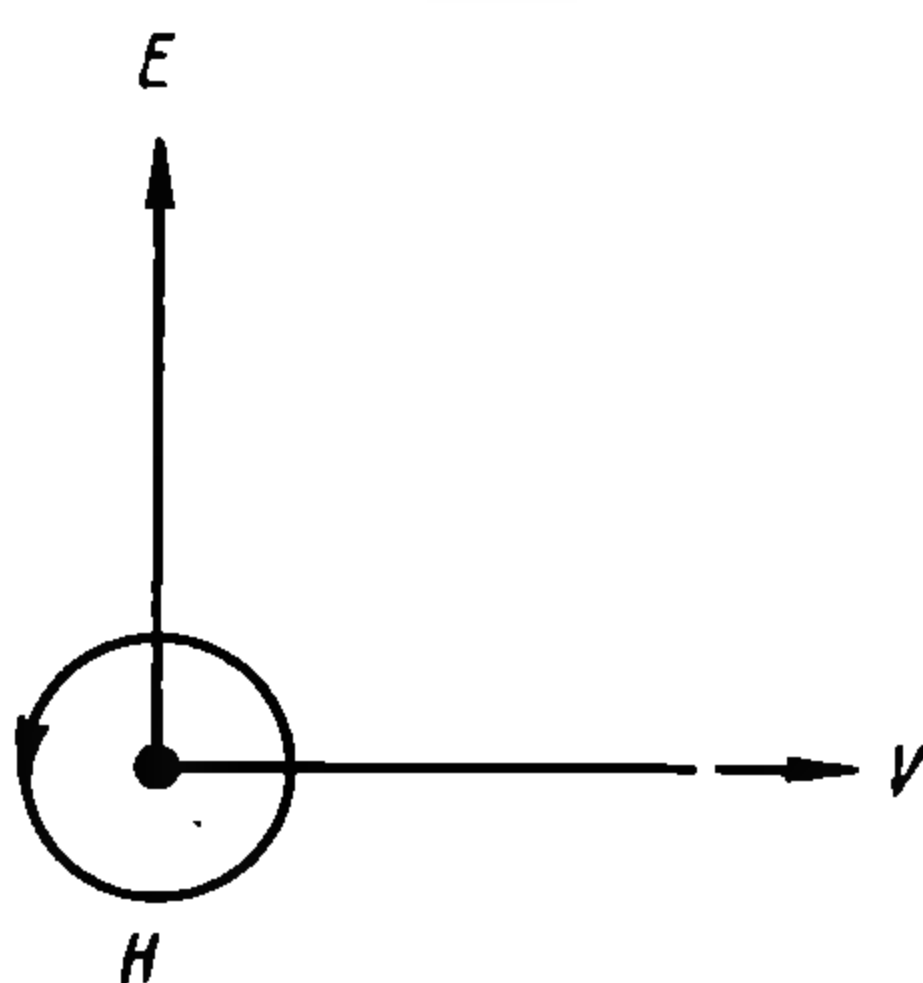


Рис. 4. Прямоугольная система координат, состоящая из трех физически различных осей: H , E , V . Ось H направлена к наблюдателю. Система обладает плоскостью симметрии, совпадающей с плоскостью чертежа, и по этой причине не имеет ни правой, ни левой модификации

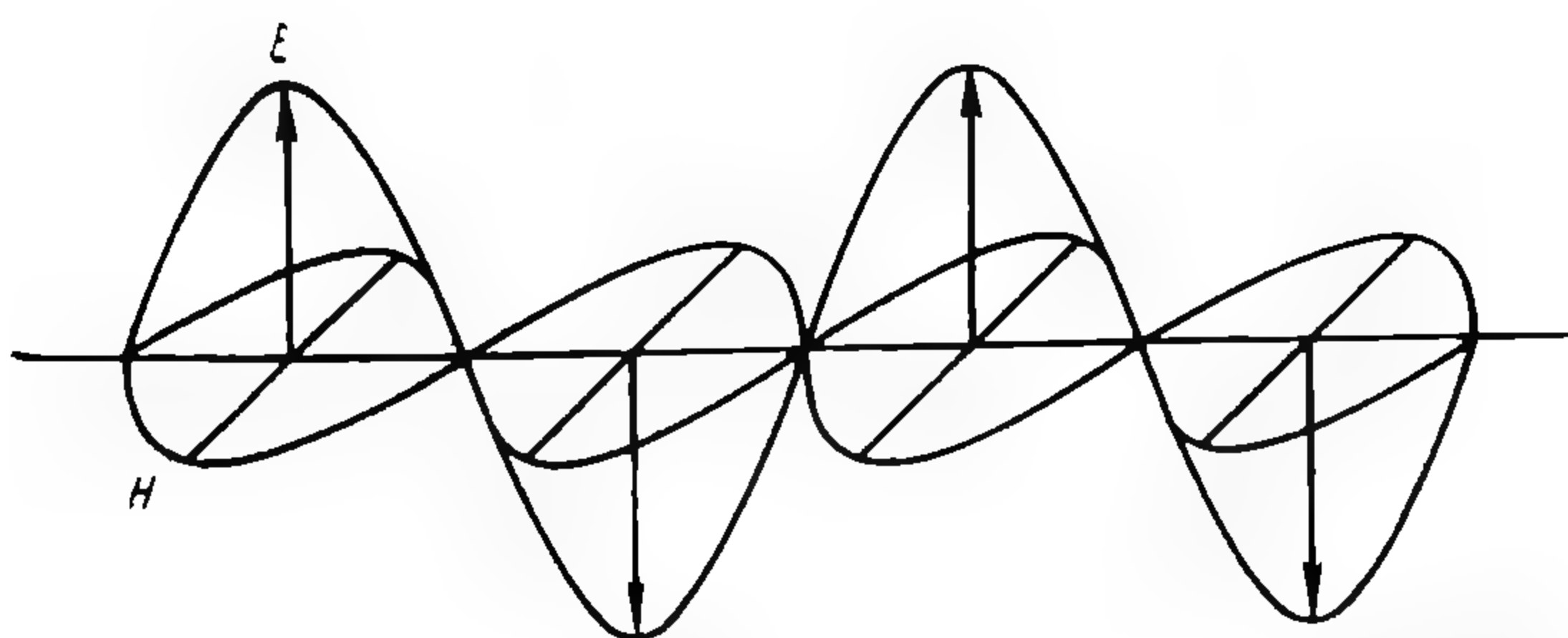


Рис. 5. Исправленная модель электромагнитного линейно-поляризованного луча, изображенная в ракурсе

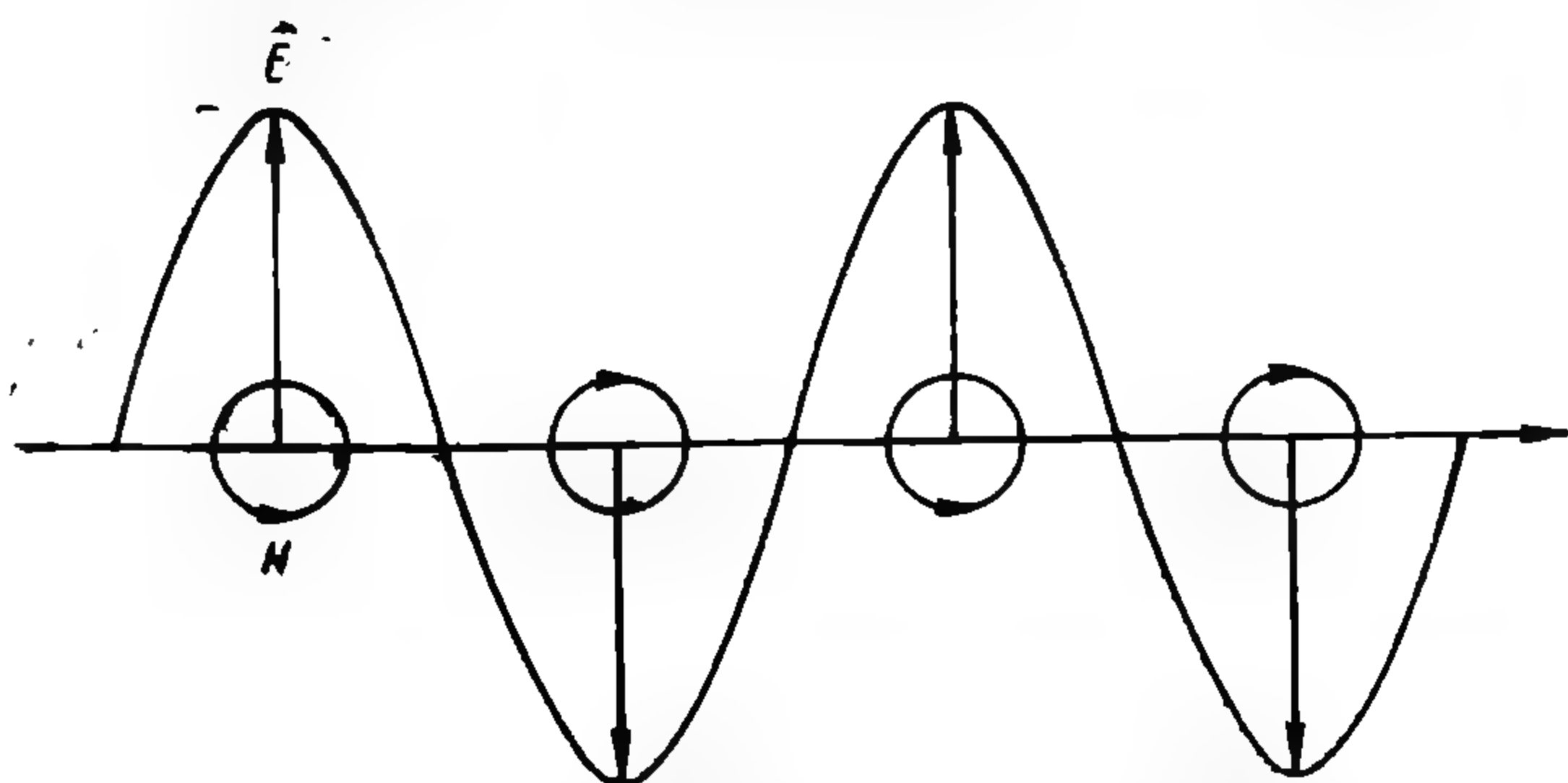


Рис. 6. Исправленная модель электромагнитного линейно-поляризованного луча в проекции на плоскость симметрии аксиального вектора H

ИСПРАВЛЕННАЯ МОДЕЛЬ

На основании всего изложенного, исправленная модель линейно-поляризованного электромагнитного луча должна выглядеть так, как это, показано на рис. 5 в ракурсе и на рис. 6 в проекции на плоскость колебаний электрического вектора. Из всех мыслимых элементов симметрии модель обладает только одной плоскостью симметрии, совпадающей на рис. 6 с плоскостью чертежа, и осью параллельных переносов (трансляций). Такая комбинация элементов симметрии наилучшим образом отображает действительные свойства поляризованного луча света, а именно: поперечность колебаний электрического и магнитного векторов и полярность вектора V , т. е. свойство луча идти в каком-то одном направлении, а не одновременно вперед и назад.

Наглядное представление о колебаниях электрического вектора можно составить себе, если зачервленную площадь синусоиды (рис. 7) приведем в равномерное движение вдоль ее собственной оси и будем наблюдать

эту синусоиду сквозь узкую щель, перпендикулярную к оси синусоиды.

Аналогично можно показать и колебания магнитного вектора. Для этого вместо одной зачервленной площади синусоиды следует взять две такие площади, соединенные в одну картину так, как изображено на рис. 8. Приведя в равномерное движение эту картину вдоль ее оси, увидим в щель изображение магнитного вектора в виде отрезка прямой, который будет периодически увеличиваться до предельной длины и уменьшаться до нуля так, что при этом центр отрезка все время будет оставаться на месте.

Сравнивая между собой по характеру их колебаний полярный электрический вектор с аксиальным магнитным вектором, находим в них следующие черты сходства и различия. Оба вектора при колебаниях одновременно увеличивают свою длину от нуля до некоторого предельного значения. У обоих векторов при этом одна точка остается на месте — на оси синусоиды, но у полярного вектора этой точкой является начало вектора, т. е. точка, противоположная той, где находится стрелка, тогда как у аксиального вектора неподвижной точкой служит середина отрезка прямой, изображающего вектор. Наиболее существенным признаком сходства и различия обоих векторов является то, что при колебаниях полярного вектора периодически изменяется его знак поступания, а при колебаниях аксиального вектора — его знак вращения. Длина отрезка прямой полярного вектора есть величина **з н а ч а я** (имеющая положительный или отрицательный знак). Это означает, что отрезок прямой полярного вектора можно считать положительным, если он направлен вверх, и отрицательным — если он направлен вниз. Длина отрезка прямой аксиального вектора есть величина **б е з з н а ч а я**, не имеющая знака. Беззначные величины принято называть существенно положительными, хотя с таким же правом их можно было бы именовать и существенно отрицательными. До открытия положитель-

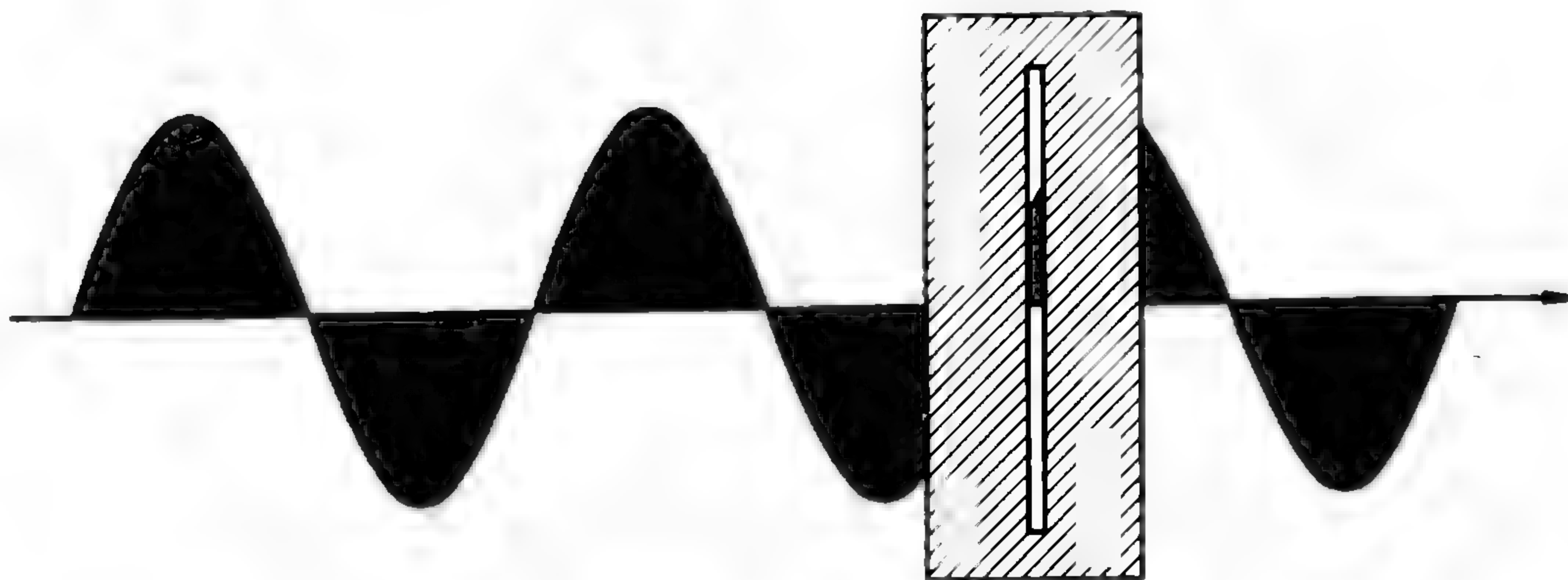


Рис. 7. Колебания электрического вектора

ных и отрицательных чисел (величин) к беззначным относились натуральные числа. Беззначные числа в математике были вновь «открыты» известным математиком К. Вейерштрассом в 1861 г. под именем *м о д у л е й*, или абсолютных величин, и для них был введен символ $|x|$, ясно указывающий, что абсолютная величина является величиной с ампутированным знаком, а не такой величиной, которая сроду не имела никакого знака (см. статью «Знаки математические» в БСЭ, 1952 г.).

НЕ ТОЛЬКО ПОПЕРЕЧНЫЕ, НО И ПРОДОЛЬНЫЕ КОЛЕБАНИЯ

Нам предстоит в заключение показать, что световые (электромагнитные) линейно-поляризованные волны можно рассматривать не только как волны с поперечными, но и как волны с продольными колебаниями и что обе эти картины волн нисколько не противоречат друг другу.

Вспомним из элементарной физики, что электрическое поле можно представить себе, по Фарадею, в виде картины силовых линий со стрелками, указывающими, куда должен двигаться электрон, если он находится на данной силовой линии. В этой картине напряженность E электрического поля в каждой его точке должна быть численно равной густоте силовых линий и совпадать по направлению с соответствующей силовой линией. В плоских волнах мгновенное их состояние может быть тогда показано рисунком 9, где густота силовых линий периодически изменяется вдоль луча. Приведем эту картину электрического поля в равномерное движение вдоль горизонтали, увидим, глядя по-прежнему в щель, что силовые линии совершают продольные колебания, т. е. сближаются и расходятся, двигаясь вдоль луча. Синхронно с колебаниями электрического поля происходят колебания и магнитного поля, на рисунке не показанного по той причине, что силовые линии этого поля

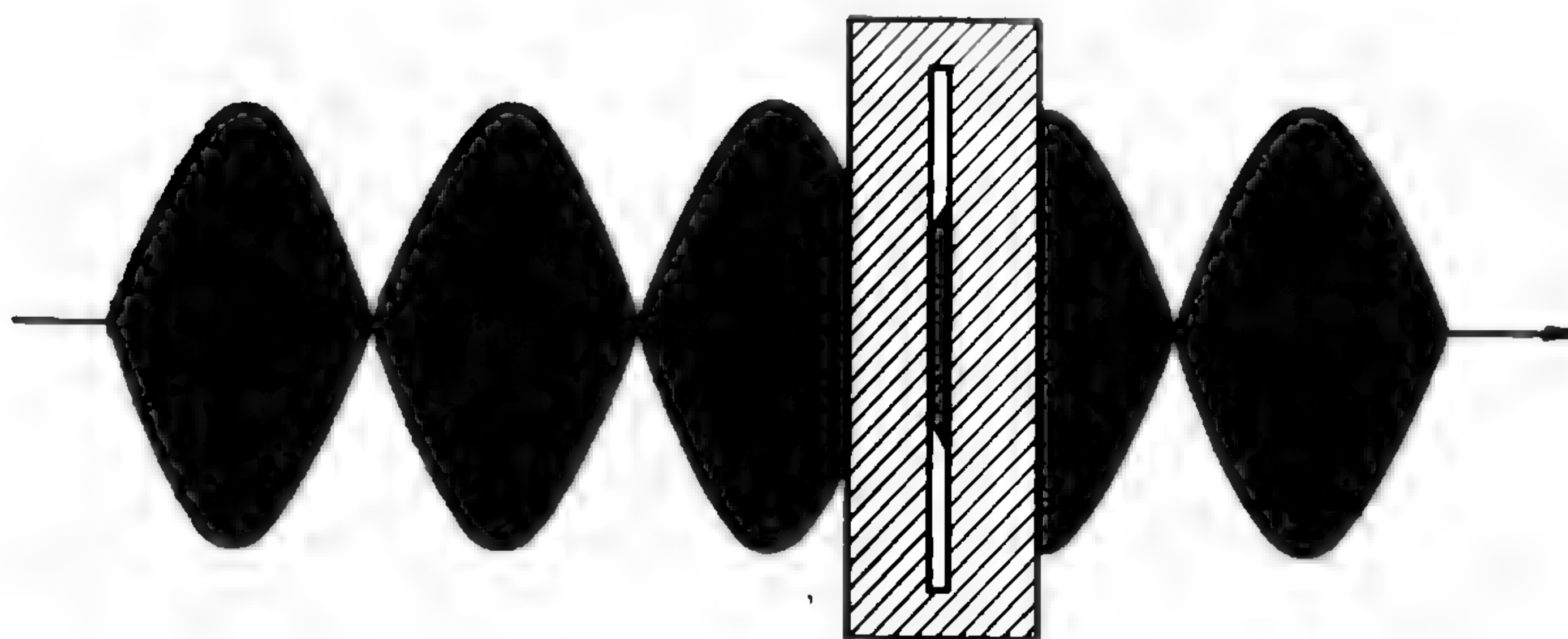


Рис. 8. Колебания магнитного вектора

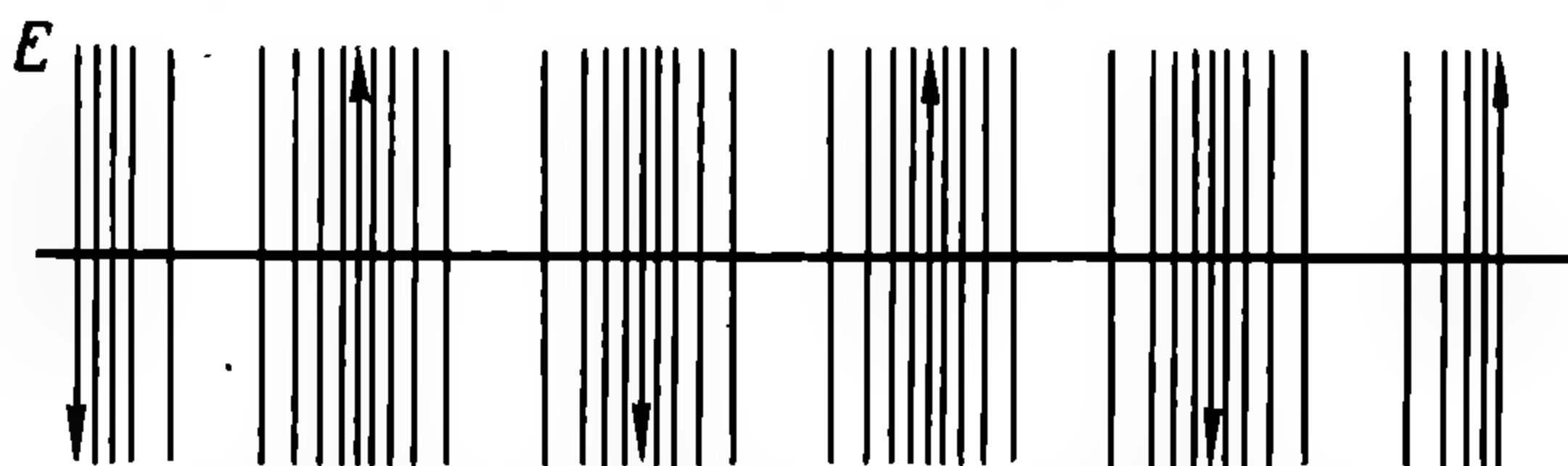


Рис. 9. Модель линейно-поляризованного электромагнитного луча с продольными колебаниями электрического поля, представленного силовыми линиями Фарадея

в данной проекции должны изображаться точками. Линейная поляризация волн в описанной модели сказывается не в поперечности колебаний поля — силовые линии поля колеблются продольно, — а в постоянно сохраняющейся поперечной ориентации силовых линий по отношению к лучу.

Интересно отметить, что модель электромагнитных волн с продольными колебаниями от случая к случаю пользовались многие ученые. Вот как описывает ее, например, П. Н. Лебедев в своей работе о световом давлении.

«Если плоскость поляризации электрической слагающей светового луча совпадает с определенной плоскостью (плоскостью чертежа), то в определенный момент электрическая поляризация E распределяется в пространстве так, как это показано на чертеже 126 (дан чертеж, аналогичный нашему рис. 9 — А. Ш.): здесь направление электрической поляризации указано стрел-

ками, а величина этой поляризации — числом электрических силовых линий Фарадея, которыми пронизывается единица площади эфира в данной точке. Распределение этой электрической поляризации не неподвижно в эфире, а движется в направлении распространения луча со скоростью света. Линии сил магнитной поляризации M в изобра-

женном световом пучке перпендикулярны плоскости чертежа и распределены совершенно одинаково с линиями электрической поляризации. Для данного элементарного объема эфира смены электрической e и магнитной m поляризации во времени мы можем выразить так:

$$e = E \cos a, \\ m = M \cos a,$$

где E — максимальная электрическая, а M — максимальная магнитная поляризация¹.

Итак, световые (электромагнитные) линейно-поляризованные волны можно рассматривать как волны не только с поперечными, но и с продольными колебаниями. Обе эти картины дополняют друг друга. Мы надеемся, что эта идея сможет быть использована при изучении в школе явлений распространения электромагнитных колебаний.

УДК 538.56.029

¹ См. П. Н. Лебедев. Собр. соч., 1913, стр. 385.

ПОПЛОСКОСТИ СОБЫТИЙ ФАКТА

АВТОМАТ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ БАКТЕРИЙ

В Калифорнийском университете (США) под руководством лауреата Нобелевской премии д-ра Д. Глезера разрабатывается автоматическая конструкция для культуры бактерий, вирусов и других возбудителей болезней, а также и классификации их по соответствующим типам. При обычных условиях для этого требуется немало утомительной и трудоемкой работы.

Конструкция состоит из вращающегося диска, на котором размещено 30 чашек Петри с исследуемыми засевами микроорганизмов. Медленно вращаясь, диск

подходит к ряду «станций», откуда добавляются питательные вещества для ускорения или замедления роста (температура, влажность и другие условия регулируются автоматически). Затем 4 чашки, расположенные на определенном расстоянии одна от другой, фотографируются при помощи ламп и светофильтров; полученные фотографии в десятикратном увеличении отображаются на экране особого устройства. Для выделения определенного объекта исследования лаборанту достаточно установить его на перекрестке оптических нитей путем простого

нажатия ножной педали. Специальный аппарат производит измерение роста исследуемой культуры и фиксирует его на перфокарте, которая поступает на компютер, вычерчивающий кривую размера объекта.

Д-р Глезер считает, что при усовершенствовании подобной конструкции уже через 12—18 час. после посева легко будет установить тип исследуемой микрокультуры.

«Chemie für Laboratorium und Betrieb», 1966, № 3, S. 123 (ФРГ)

ИСКОПАЕМЫЕ ГИГАНТЫ

ИСТОРИЯ РАСКОПОК В СТАРУНИ

К. А. Т а т а р и н о в

Львов

Не зная прошлого, невозможно понять
смысл настоящего и цель будущего.
М. Горький.

Майское солнце ярко освещало ухабистую дорогу, вьющуюся среди величественного прикарпатского леса. Высоко в небо устремляли свои зубчатые вершины темно-зеленые ели, а буки радовали глаз нежной молодой листвой. Там, где лес раздвигался, виднелись бурые участки распаханной земли с хаотически разбросанными буровыми скважинами, кое-где встречались своеобразные рубленые строения, которые можно увидеть только в предгорьях Восточных Карпат.

По избитой дороге двигался зеленый автобус с несколькими пассажирами. Фотографические аппараты, кинокамеры, рюкзаки, карты, геологические молотки, одежда — все говорило о том, что это едет исследовательская группа. На лицах нетерпеливое ожидание. Самые различные специалисты — географы, геологи, зоологи готовились к волнующей встрече с далеким прошлым, с доисторическими гигантами Прикарпатья.

Минував Солотвино, зеленый автобус покатиł вдоль речки Большая Лукавица и вскоре остановился в селе Старунь, расположенном в речной долине и на прилежащих к ней пологих безлесных холмах. Автомобильная дорога закончилась. Дальше можно было продвигаться только пешком.

Чем же так достопримечательны невыразительные окрестности Старуни? Почему они привлекают внимание наших и зарубежных ученых?

НЕОЖИДАННЫЕ НАХОДКИ В ШАХТЕ № 4

Одна из гамбургских фирм на юго-западной окраине села Старуни в начале текущего столетия начала добычу озокерита (земляно-

го воска). Рядом с шахтами была построена примитивная фабрика. С тех пор до наших дней местные жители эту сельскую окраину называют «фабрикой». Обычно текли трудовые будни, но вот в середине октября 1907 г. в шахте № 4, на глубине 12,4 м, рабочие обнаружили труп огромного животного. Большие, гладкие загнутые «рога», рыжеватая шерсть на толстой коже, под ней — куски мяса. Решили, что это гигантский бык, и сообщили о находке в Львовский и Краковский университеты. Тем временем труп удивительного «быка» был разделен на части и поднят на поверхность. Шкуру рабочие поделили между собой: многие изготовили себе из нее простую местную обувь — постолы. Куски мяса, обильно пропитанные нефтью, никого не привлекли, ну а кости оставили до приезда ученых...

Получив сообщение о находке крупного зверя, в Старунь из Львова и Кракова выехали известные специалисты, в том числе д-р М. Ломницкий, установивший, что обнаруженная «диговина» — редчайшая находка почти целого трупа мамонта *Elephas primigenius* Blum. С трудом удалось собрать уцелевшие куски шкуры мамонта и упорядочить разбросанные кости. Продолжив раскопки в той же шахте, удалось раздобыть ценный дополнительный палеозоологический и палеоботанический материал. Больше всего пострадал череп, но бивни и кости скелета почти все уцелели. Фирма разрешила Львовскому музею им. Дзедушицкого забрать скелетные остатки мамонта; со временем там был смонтирован его скелет (рис. 1), выставлена шкура, сухожилия и мягкие ткани этого ископаемого исполина.

6 ноября 1907 г. в той же шахте на глуби-



Рис. 1. Скелет мамонта из Старуни, раскопки 1907 г.

Фото К. Татарина

не 17,6 м были обнаружены остатки «другого мамонта». Однако когда в шахту спустился д-р М. Ломницкий с сотрудниками, то, осторожно раскопав находки, они к своему изумлению увидели, что это совсем не мамонт, а шерстистый носорог (*Coelodonta antiquitatis* Blum)! Удалось извлечь голову с левым ухом и всю переднюю левую часть туловища с 2,5-метровым куском шкуры (спина и бок). У носорога прекрасно сохранились внутренние органы головы — глаз, гортань, носовые хрящи и пр. Все эти экспонаты также поступили в музей им. Дзедушицкого, где они бережно хранятся по сей день (рис. 2). Е. Незабитовский подробно описал костные элементы мамонта и шерстистого носорога, а Г. Гойер охарактеризовал мягкие ткани и шкуры этих зверей.

Помимо уникальных находок трупов мамонта и шерстистого носорога, в озокеритовой шахте № 4 был обнаружен целый «склад» костей ископаемых животных: остатки оленя *Megaloceros cervos* Ald., кости косули *Capreolus capreolus* L., лошади *Equus caballus* L., быка *Bos taurus* L., правая часть озерной лягушки *Rana ridibunda* Pall. (на глубине 13—14 м), кости травяной или прудовой лягушек *Rana esculenta* L., *Rana temporaria* L., кости дубоноса *Coccothraustes coccothraustes* L. (на глубине 14—15 м), уша-

стой совы *Asio otus* L. и неясыти *Strix flammea* L.¹

В «мамонтной» шахте, в иле, где находились кости мамонта и шерстистого носорога, собраны остатки растений — листья, плоды, куски древесины и пр., обработанные и определенные М. Рациборским и В. Шаффером. В состав ископаемой старунской флоры входят ель, дуб, береза, граб, лещина, осина, верба, ильм, клен, ясень, терн, крушина, рябина, груша, можжевельник, калина, подорожник, жимолость, щавель и некоторые другие растения.

Ископаемая старунская флора не отличается от современной растительности южных склонов пред-

горий Карпат. Не обнаружено растений, которые указывали бы на более холодный климат или на большие высоты, чем современные.

Обнаружены и разнообразные остатки беспозвоночных — моллюсков (28 видов), ископаемых клещей (1 вид), многоножек (4 вида), насекомых (3 вида стрекоз, 5 — прямокрылых, 180 — жуков, 9 — полужесткокрылых, 3 — двукрылых, чешуекрылых — 1).

СЕНСАЦИЯ 1929 ГОДА

Уникальные палеонтологические находки воодушевили польских ученых, и они продолжали вести раскопки. Озокеритовая шахта, где обнаружены трупы мамонта, шерстистого носорога и сопутствующих им животных и растений, была сначала углублена до 36,4 м, а затем — до 57 м. Однако новые трупы крупных животных не попадались. Последующие раскопки в Старуни велись в ноябре 1911 г., во время которых был собран незначительный материал по сопутствующей фауне и флоре.

Шли годы, обработка находок была завершена, и созданный Польской Академией наук «Комитет Старунский» решил заложить новую шахту в нескольких метрах от «мамон-

¹ Wykopiska staruńskie, 1914.

товой», соединив их подземным горизонтальным ходом. Подготовительные работы начались с июня 1929 г. Были заложены дополнительные шурфы, общая протяженность горизонтальных ходов достигала 50 м.

23 октября 1929 г. в новой шахте, находящейся в 3,3 м от «мамонтовой», на глубине 12,5 м от поверхности, снова были обнаружены труп и кости скелета крупных зверей, оказавшихся шерстистыми носорогами. Медленно и старательно раскапывались остатки этих гигантов. Для раскопок было выделено целое войсковое подразделение. Наконец из шахты был извлечен совершенно сохранившийся труп шерстистого носорога и скелетные остатки другого. Все это было отправлено в Краков. Шкура одного из носорогов (самки) была почти не повреждена, что дало возможность впоследствии изготовить прекрасное, единственное в мире чучело шерстистого носорога. Эти ценнейшие экспонаты демонстрируются в Краковском зоологическом музее (рис. 3).

Я. Стах, изучавший анатомо-морфологические особенности добытого в 1929 г. носорога-самки, отмечает, что животное лежало на спине, ноги его были поджаты, а голова вздернута кверху. С правой стороны шкура была почти не повреждена. Слева повреждена голова и шея, в области плеча и бедра имелись отверстия. Шкура пропиталась озокеритом и была почти лишена волос, только в складках сохранились небольшие пучки шерсти. Есть основания предполагать, что на шее у такого носорога росла невысокая жесткая грива, подобная «гриве» дикого кабана. Голова оказалась несколько деформированной, так как теменная кость была повреждена, а затылочная — отсутствовала вообще.

Судя по черепу, добытый в 1929 г. носорог намного крупнее особи, обнаруженной в 1907 г. (см. табл.).



Рис. 2. Чучело шерстистого носорога из Старуни, раскопки 1907 г.
Фото К. Татарина



Рис. 3. Чучело прекрасно сохранившегося шерстистого носорога из Старуни, раскопки 1929 г.

Фото Л. Зиха

[Промеры шерстистых носорогов из Старуни

Наименование промеров	Носорог 1907 г.	Носорог 1929 г.
Расстояние от переднего угла глаза до конца морды	36,0 см	42,5 см
Расстояние от переднего угла глаза до заднего края ноздри	24,5 см	27,0 см
Расстояние от уха до конца морды	65,0 см	65,0 см
Расстояние от переднего края носовой кости до лобного рога	32,0 см	—
Расстояние от лобного рога до шва затылочной кости	48,0 см	—
Общая длина черепа	80,0 см	85,0 см
Общая длина тела	355,0 см	358,0 см
Длина хвоста	—	51,0 см

Характер зубов свидетельствует о том, что второй носорог был значительно старше первого. У него предкоренные молочные зубы частично уже отсутствовали, а имеющиеся были сильно стерты, в то время как у первого носорога еще сохранились все молочные предкоренные зубы.

Я. Стах считает, что голова обнаруженного в 1929 г. носорога очень напоминает голову носорога, найденного в 1877 г. на притоке реки Яны Л. Шренком, ошибочно

определенного тогда как носорог Мерка (*Dicerorhinus mercki* Jäger.). В результате деформации и повреждения кожи в левой части головы верхняя губа найденного носорога была вадернута и перекошена. У носорога, добытого в Старуни в 1907 г., нижней губы не было вовсе, поэтому особый интерес представляет форма губ и конец морды у носорога, откопанного в 1929 г. Подробный анализ очертания головы разрешил впоследствии восстановить облик этого животного с максимальной точностью.

В 1929 г. в илах, где лежали остатки шерстистых носорогов, как и в 1907 г. обнаружены остатки растений. Но эти растения сильно отличались от найденных прежде! (В. Шафер, 1930). Здесь обнаружена карликовая береза, полярная ива, куропаточья трава, голубика, вереск обыкновенный, камнеломка и др. Флора, в которой господствовала карликовая береза и полярная ива, свидетельствует о тундровом характере местности. В. Шафер считает, что старунская растительность — это смесь арктических и альпийско-карпатских элементов. Она подобна флоре тундр северной Евразии. Что же касается лесной флоры, обнаруженной в «мамонтовой» шахте в 1907 г., то В. Шафер рассматривает ее как современную, случайно попавшую в шахту не более 70 лет тому назад.

ПОИСКИ ПРОДОЛЖАЮТСЯ В 1965 г.

Итак, экскурсия по библиотечным полкам закончилась. Внутренние тома закрыты. Теперь мы знаем всю историю старунских находок, и давайте последуем за группой московских и львовских исследователей, которые в мае 1965 г. поехали в Старунь. Ученые решили осмотреть те места, где были сделаны уникальные палеозоологические находки, и возобновить эти раскопки. Ведь абсолютный возраст старунской фауны и флоры до сих пор не установлен! Каким же на самом деле был видовой состав этой древней фауны? Нет и единого мнения о причинах гибели ископаемых гигантов, условиях накопления скелетных остатков и целых тулов этих зверей. Вопросов, требующих решения в свете современных научных палеонтологических представлений, достаточно. Что же пока удалось установить?

Село Старунь находится на территории Богородчанского района Ивано-Франковской области УССР. Удобнее всего в него по-

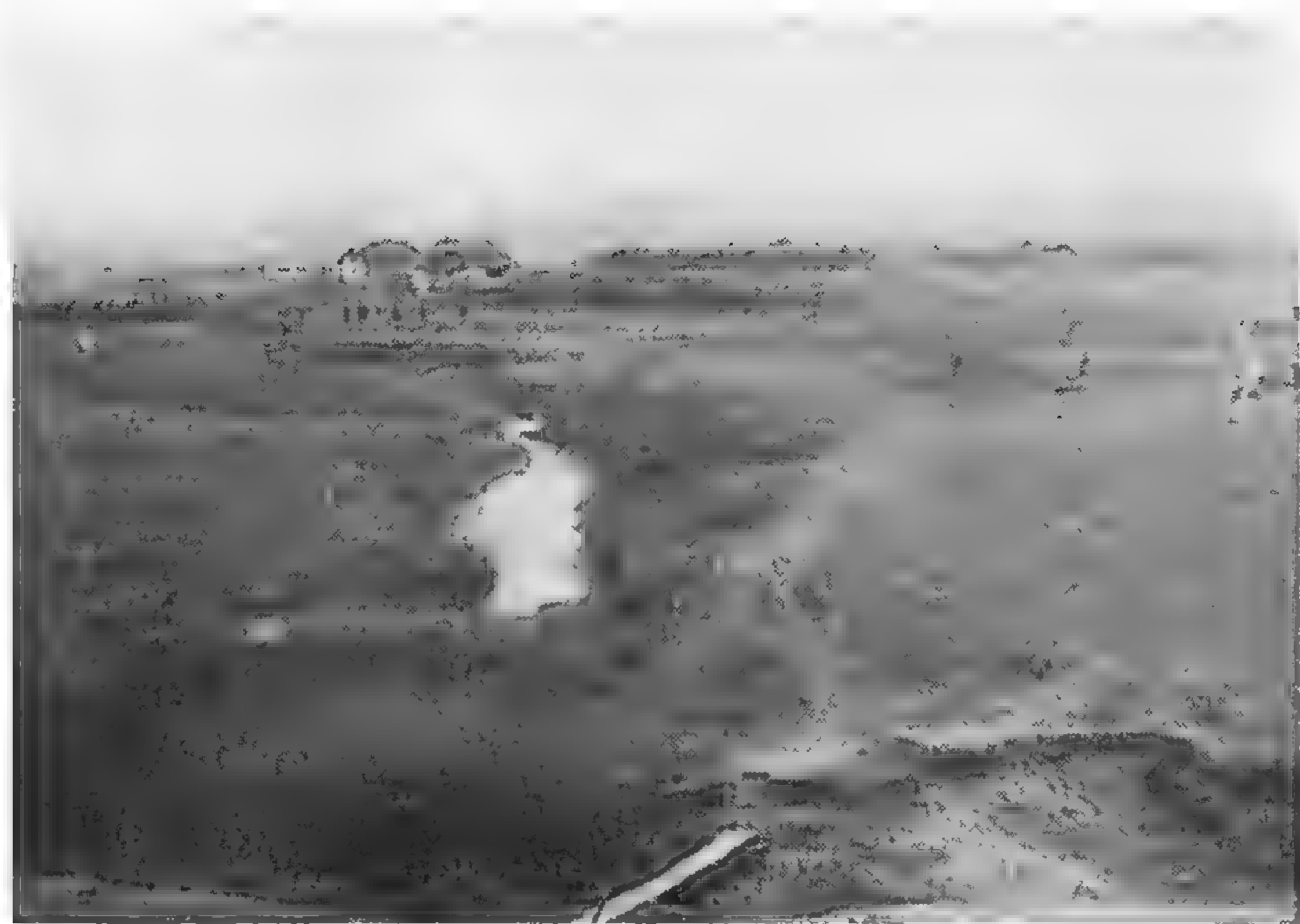


Рис. 4. Река Большая Лукавица в окрестностях Старуни, май 1965 г.

Фото Н. Татарина

пасть из Богородчан, откуда до центра села не более 7 км, а до места, где ранее производились раскопки, — 10 км вверх по реке Большая Лукавица (рис. 4, 5, *сверху*). Точные географические координаты этого пункта: 24° с. д. и 49° с. ш., 402 м над ур. м.

Ископаемая старунская фауна и флора — *смешанная* и скорее всего раннеголоценовая, хотя некоторые представители животного и растительного мира относятся к среднему и позднему голоцену. Следовательно, накопление остатков ранее существовавших животных и растений продолжалось в течение нескольких тысячелетий. Анализ старунской ископаемой фауны и флоры разрешает говорить об их последовательном изменении во времени, а в соответствии с этим можно высказать некоторые предположения палеогеографического характера.

На грани позднего плейстоцена и раннего голоцена в той части Прикарпатья, где были обнаружены различные древние животные и растения, рельеф был подобен современному (рис. 5, *посередине и внизу*). Растительный покров и климат несколько отличались от нынешнего, а, следовательно, до некоторой степени иной была и фауна. В то время климат был более холодным и суровым, что отражает состав ископаемой флоры, обнаруженной в 1929 г. В долине Большой Лукавицы господствовала тундровая растительность, но общий облик тундры был не таким, какой она выглядит в наши дни на севере Евразии, в ее растительном покрове встречались виды, свойственные умеренной зоне. Следовательно, тундра того времени была крайне своеобразная, с более разнообразной и пышной растительностью, но менее влажная. В этой связи уместно сослаться на справедливое утверждение проф. К. К. Флерова: «...Нельзя забывать, что существующие сейчас на земном шаре основные типы ландшафтов никоим образом не исчерпывают того, что имело место в прошлом»¹.

Попробуем представить себе, как выглядело Прикарпатье в те времена. Склоны невысоких гор, обрамляющих речную долину, покрывало своеобразное редколесье, в состав которого входили как хвойные, так и лиственные деревья, а это указывает на чередование времен года. Встречались здесь и солонцы, соленые источники. Естественно, что при такой обстановке, в те времена, по Прикарпатья могли разгуливать такие зве-

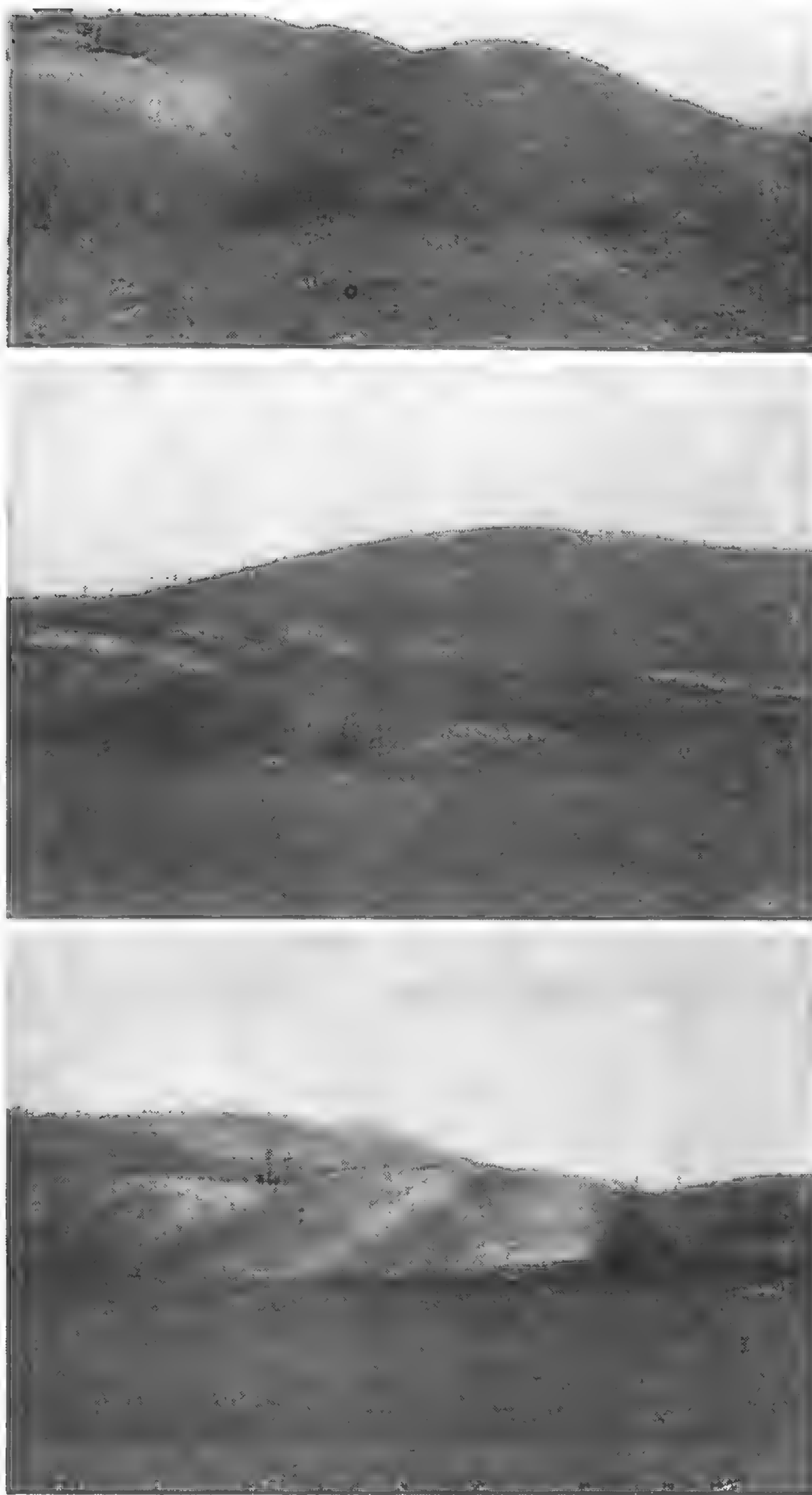


Рис. 5. Отвалы старых озокеритовых шахт в Старуни (*сверху*). Окраина села Старуни — место прежних раскопок ископаемой фауны и флоры, май 1965 г. (*посередине*). Отвалы прежних озокеритовых шахт, где в 1907 и 1929 гг. были обнаружены мамонт и шерстистые носороги (*внизу*)

Фото К. Татаринова

¹ «Природа», 1965, № 3, стр. 61.

ри-гиганты, как шерстистые носороги, олени, мамонты и целый комплекс других позвоночных, а также множество беспозвоночных животных.

В среднем и позднем голоцене климат стал значительно мягче, постепенно изменился растительный покров, хотя местами (в зависимости от экспозиции и микроусловий) продолжали сохраняться тундровые ассоциации. Склоны Карпатских предгорий в те дни покрывали смешанные леса с разнообразным подлеском. Состав флоры этого отрезка антропогена отражают раскопки 1907 г., описанные М. Рациборским и В. Шафером. К этому же времени следует отнести разнообразную фауну насекомых и остатки таких позвоночных, как лошадь, бык, косуля, совы, дубонос, лягушки.

Гибли старунские животные, падая в

нефтяные ямы и утопая в них подобно тому, как это, вероятно, происходило в Бинигадах, Ранчо Ля Бре и т. п. В эти же ямы попадали листья, плоды и стебли различных растений. Пропитавшись нефтью, животные консервировались, а поэтому часть из них сохранилась в виде неразложившихся трупов.

Старунское захоронение далеко не исчерпано, а поэтому в этом месте необходимо возобновить фронтальные раскопки, которые прольют свет на историю формирования современной флоры, фауны и характер климата Прикарпатья, начиная с позднего плейстоцена до наших дней. Очень было бы полезно небольшой район в верховьях Большой Лукавицы, на окраине Старуни, объявить заповедной территорией.

УДН 56

Заметки, Наблюдения

ЛАДАННАЯ СОСНА В КОЛХИДЕ

В Кобулетском районе Западной Грузии находятся единственные в СССР чистые насаждения сосны ладанной (*Pinus toeda* L.). Этот вид относится к секции треххвойных сосен. Наиболее крупные особи достигают 30—35 м высоты и 140—150 см в диаметре.

В условиях Западной Грузии сосна ладанная отличается большой энергией роста и накопления древесной массы и является, таким образом, наиболее быстрорастущей. Крона отдельно стоящих деревьев здесь округленная, в густой же посадке — маловетвистая и пирамидальная. Эти насаждения были созданы в 1938 г. Участок расположен на левом берегу р. Чолоки, на расстоянии 12 км от Черного моря; почва слабооподзоленная, красноземная, влажная, зимой наблюдается поверхностное стояние воды. Площадь была закультивирована весной 1938 г. однолетними сеянцами рядовым способом, с расстоянием между сеянцами 2×1 м. К концу 1940 г. число сохранившихся саженцев составляло 68%, т. е. 3400 саженцев на 1 га. В 1948 г. на лесокультурном участке было проведено прореживание культур выборкой 30% от количества корней. В дальнейшем, путем ухода и оздоровления, в разные периоды было отобрано более 52% деревьев от сохранившегося к концу 1940 г. числа корней, и к концу 1962 г. на этом участке было зарегистрировано 2557 деревьев.

Преобладают деревья с диаметром от 31 до 40 см; их по объему стволов 50,5%, а по объему древесины — 58,8%. Для этих культур харак-

терно, что тонкомерных деревьев здесь немного, по числу корней они составляют 6,46%, а по объему древесной массы — 1,46%. Установлено также, что этот вид сосны по всем показателям роста и продуктивности значительно превосходит местные древесные породы.

В условиях Колхиды сосна ладанная — быстрорастущая и высокопродуктивная порода; если на своей родине, в США, она в 30-летнем возрасте дает 300—350 м³ древесины с 1 га, то в Западной Грузии в 25-летнем возрасте она с 1 га дает 589 м³ древесины.

На влажном оподзоленном красноземе сосна ладанная Тикерского лесничества значительно превосходит в росте как местные, так и интродуцированные здесь быстрорастущие породы (ольха, криптомерия и др.), поэтому ее разведение в зоне Колхидских слабозаболоченных и оподзоленных почв вполне возможно и целесообразно.

Разведение этой породы в Колхиде и создание из нее нескольких, сравнительно небольших массивов, площадью от 100 и до 300 га каждый, повлияет на улучшение климатических и эстетических условий Колхиды и повысит продуктивность древостоев. Широкое распространение этой породы в районах Западной Грузии и в Южных районах страны, особенно в зоне Черноморского побережья Кавказа, заслуживает внимания.

А. И. М ж а в и я

Грузинск научно-исследовательский институт
лесной промышленности (Тбилиси)

ТЕОРИЯ РУДООБРАЗОВАНИЯ И КИБЕРНЕТИКА

Р. М. Константинов

Кандидат геолого-минералогических наук

*Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии
АН СССР (Москва)*

В наши дни методы молодой бурно развивающейся науки — кибернетики проникают во все новые области знания. Использование этих прогрессивных революционизирующих методов начато и в современной теории рудообразования. Оно проясняет некоторые аспекты проблем кибернетики в прогнозе рудных месторождений, выявлении их происхождения и т. д.

МАШИНЫ — НА ПОМОЩЬ ИНТУИЦИИ!

Уже давно прошло то время, когда «рудой» считались лишь скопления бурых железняков, из которых после их плавления с древесным углем получали железо. Об этом первоначальном значении слова «руда» свидетельствует его происхождение: рудный, т. е. красный цвет, характеризует цвет выходов на дневную поверхность пород, содержащих повышенные концентрации железа.

Сейчас рудой принято называть такие скопления минералов, которые при данном состоянии техники можно экономически выгодно разрабатывать для получения из них одного или нескольких металлов, либо скопления другого минерального сырья, применяющегося на практике. Различают руды металлов и руды неметаллических полезных ископаемых (слюда, апатит, асбест и др.), а также горючие ископаемые (нефть, каменные угли, горючие сланцы и т. д.).

Природные процессы, приводящие к образованию руд различных металлов, чрезвычайно разнообразны. Их понимание необходимо для определения мест, где могут быть встречены месторождения интересующего промышленность полезного ископаемого.

Изучением процессов рудообразования занимается специальный раздел геологии — теория рудообразования.

Работами советского акад. Д. С. Коржин-

ского и его учеников значительно расширены возможности теоретического физико-химического анализа процессов эндогенного рудообразования¹. Развиваются экспериментальные исследования, призванные осветить различные стороны этих процессов, а также другие области геологии, имеющие важное значение для исследования рудных месторождений. Это, например, онтогенез минералов, специальные разделы структурной геологии, посвященные изучению структур рудных полей и др. Другим важным фактором развития теории рудообразования служит происходящее в возрастающих масштабах накопление огромного количества информации о геологических условиях локализации и формирования, разнообразных особенностях месторождений, уже открытых и эксплуатирующихся или находящихся в стадии предварительного изучения. Синтез всех геологических знаний происходит в возникшей сравнительно недавно новой отрасли теории рудообразования — металлогении (учении о закономерностях размеще-

¹ Образование эндогенных руд связано с деятельностью магмы — богатого металлами, летучими веществами и водой силикатного расплава, поднимающегося из недр Земли и затем заливающегося на поверхность или застывающего внутри земной коры. В других случаях их образование вызвано действием внутреннего тепла Земли на ранее сформированные горные породы, изменяющие при этом свой состав.

Тем не менее в развитии металлогении так же, как и во всем учении о рудных месторождениях, наметились серьезные трудности. Дело в том, что накапливающаяся в процессе изучения месторождений информация в настоящее время группируется лишь на основании грубых аналогий, а применяемые классификации сомнительны, так же как и достоверность гипотез, лежащих в их основе. Подобное положение представляется естественным, поскольку мы не в состоянии путем обычного исследования оценить значение всей совокупности взаимосвязанных геологических факторов, определяющих появление в земной коре повышенных концентраций полезных ископаемых — месторождений.

В результате задача прогноза месторождений, несмотря на заданные металлогенией основные отправные моменты, остается делом в значительной мере субъективным. Различные исследователи, исходя из разных концепций, могут по-разному истолковывать значение установленных факторов и соответственно давать прямо противоположные, хотя на первый взгляд, одинаково хорошо обоснованные заключения. Эти обстоятельства не могут не вызывать у многих геологов неудовлетворенность положением в учении о рудных месторождениях и в металлогении, а также критику применяемых методов исследования и основополагающих гипотез.

Очевидно теория рудообразования и ее отрасль — металлогения, должны выйти из такого состояния, когда используются теоретические построения или прогнозные заключения, достоверность которых зависит от эрудиции и интуиции отдельных исследователей.

Прежде всего нужно учитывать, что теоретические построения в вопросах рудообразования и практические выводы зависят, главным образом, от степени обработки огромного фактического материала и информации, отраженной в самих рудных месторождениях и полученной при их изучении. При этом огромное значение может иметь качество обработки материала, которое зависит от совершенства применяемых методов исследования, правильности их выбора и квалификации исполнителя.

Информация о месторождениях поступает в таких размерах, что человеческий мозг не в состоянии объять ее во всей совокупности. Поэтому целесообразно воспользоваться

методами кибернетики, которые помогают не только систематизировать и обобщить информацию, но и самым экономным способом вести многие сложные исследования.

Кроме того, сами месторождения — ведь это результат преобразований, происходящих в сложных взаимодействующих геологических системах. Поэтому и при выяснении причинных зависимостей образования месторождений и других геологических явлений необходимо использовать достижения кибернетики, которая по определению акад. А. И. Берга есть «наука об управлении сложными динамическими системами»¹.

По-видимому, в теории рудообразования прежде всего могут найти место методы, применяемые кибернетикой для организации научной информации. В то же время кибернетика может оказать помощь в расшифровке самих процессов рудообразования.

Однако на пути применения кибернетики и обработки информации перед нами встают многочисленные трудности. Первая из них — это отсутствие для большинства фактов, которыми оперирует теория рудообразования, количественных характеристик. В настоящее время они определяются, главным образом, качественно. Вторая трудность — отсутствие достаточно строгой, логически выдержанной системы определений главных понятий. Практически в теории рудообразования каждый исследователь трактует основные понятия по-своему, с теми оттенками, какие он сам считает приемлемыми. Есть и другие препятствия, но они представляются менее значительными, чем отмеченные первые два. Но в то же время вряд ли правильно воздерживаться от попыток использования кибернетики на основании перечисленных причин, так как применение даже самых простых методов организации информации в области учения о рудных месторождениях дает очень существенные результаты как для теории, так и для практики.

ИНФОРМАЦИЯ О РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Простейший метод организации информации о рудных месторождениях — это применение карт с краевой перфорацией (рис. 1). Предлагаемый метод кодирования приз-

¹ А. И. Берг. Философские проблемы кибернетики, 1961, стр. 155—156.

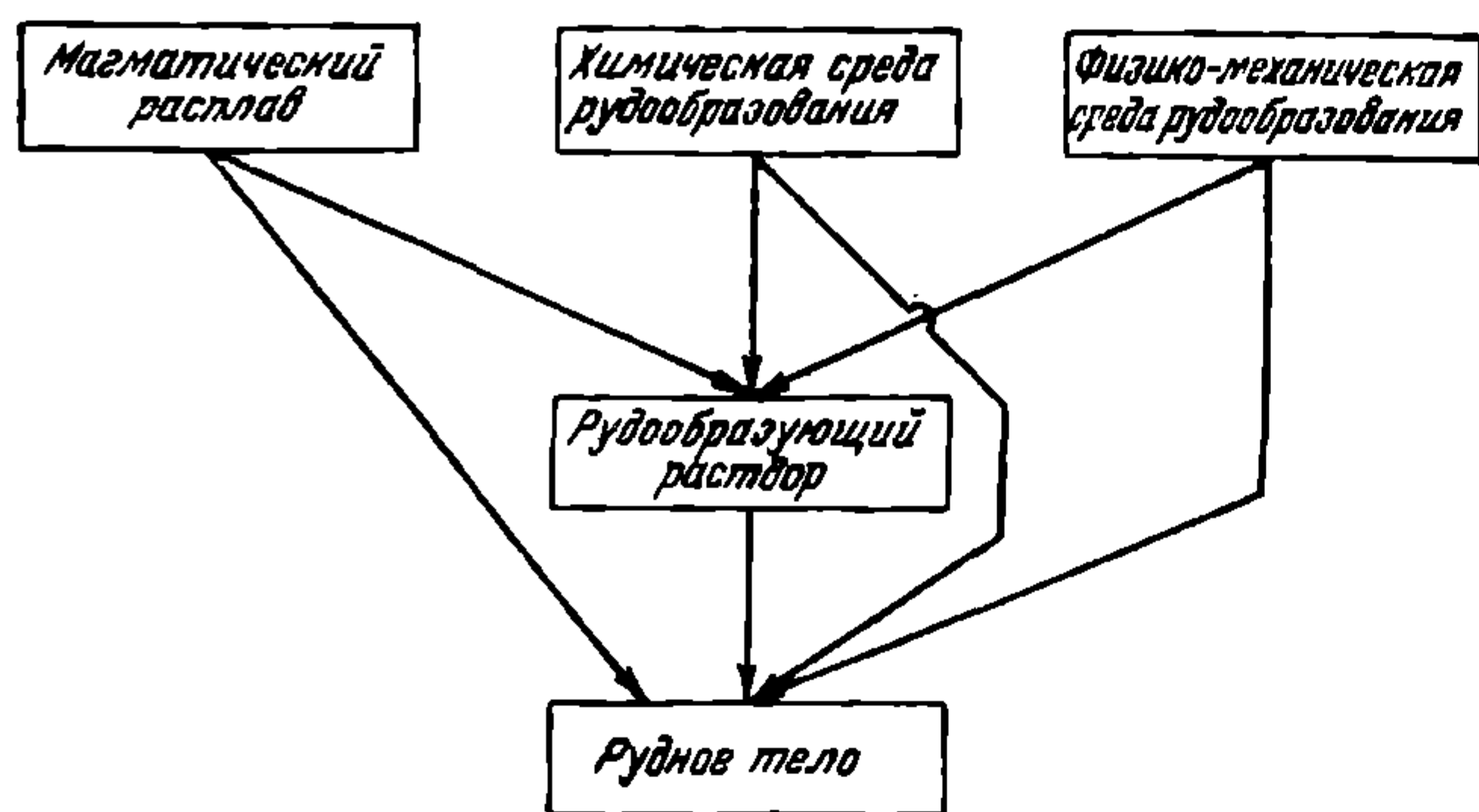


Рис. 2. Взаимосвязь геологических систем при магматогенном рудообразовании. Под геологическими системами понимаются объекты, вносящие ряд переменных, которые в свою очередь вызывают процессы, приводящие к рудообразованию. В качестве переменных предполагаются участвующие в рудообразовании химические компоненты. Направления преобразований показаны стрелками. Схема построена на доказанных фактах существующего в природе воздействия параметров систем на рудообразование

наков месторождений отличается некоторыми особенностями, необходимыми для того, чтобы созданная на основе этого метода картотека могла бы с успехом использоваться при решении задач металлогении.

Все признаки, перечисленные на кодовой карте, устанавливаются исполнителем средней квалификации достаточно достоверно при использовании простых методов исследования и литературных данных. Исключение составляет, пожалуй, лишь характер связи месторождения с магматизмом. Этот признак, ввиду его спорности, предполагается фиксировать лишь при наличии достаточно убедительных данных, подтверждающих магматогенное происхождение месторождения.

На свободное поле перфокарты выносятся обычное описание месторождения, где дается его название, точная географическая привязка, состояние геологической изученности, литература и др.

Созданная на основе такого кода картотека месторождений, таким образом, предназначается прежде всего для поисков аналогий. При помощи такой картотеки должны решаться, например, следующие задачи.

1. Изучаемое месторождение обладает признаками *a*, *в*, *с*; найти среди имеющихся в картотеке месторождений, совпадающее с изучаемым по названным признакам.

2. Изучаемое месторождение обладает признаками *a*, *в*, *с*. В картотеке такому месторождению по названным признакам

полных аналогов нет. Надо найти среди имеющихся в картотеке месторождений те, которые отличаются от изучаемого лишь одним каким-либо признаком. Далее можно попытаться определить влияние этого отличия на другие признаки месторождений, не учтенные при сравнении.

Решение этих и подобных им задач, произведенное путем подбора аналогий, помогает получить дополнительные данные для оценки перспектив месторождения, оценки рудоносности конкретных региональных геологических территорий, возможности комплексного использования минерального сырья и т. д.

Кроме того, закодированная информация может быть с успехом использована для получения всевозможных сведений статистического порядка¹. Карты с краевой перфорацией несомненно найдут самое широкое применение при металлогенических и других геологических исследованиях. Необходимость перехода на них абсолютно ясна, особенно при составлении кадастров рудных месторождений по регионам.

В то же время, практика работы с ручными перфокартами показывает и ограниченность их возможностей. Прежде всего объем информации, который может быть в них заложен, ограничен, но главная трудность возникает при попытках выявить корреляцию между признаками. А ведь именно подобного рода корреляция может помочь определить условия, оптимальные для образования определенного типа месторождений.

Естественны поэтому попытки применить для обработки информации о рудных месторождениях электронно-вычислительные машины. В этой области, в настоящее время как у нас, так и за рубежом проводится много исследований — электронно-вычислительные машины используются для подсчета запасов

¹ Так, например, легко могут быть получены кривые, характеризующие приуроченность месторождений какого-либо типа к определенным по составу вмещающим породам. Так же легко могут быть получены кривые, характеризующие распространенность различных минералов в определенных типах месторождений. Поскольку минеральный состав месторождений дает максимум информации о геохимических, т. е. химических, физико-химических, термодинамических условиях и процессах его образования, эти кривые могут помочь выявить по аномалиям минерального состава месторождения, образовавшиеся в результате отклонения условий и процессов от обычных, и находить причины этих отклонений.

минерального сырья. Но эти работы касаются лишь одной, правда, чрезвычайно важной, стороны обработки информации. Кроме того, задача упрощается тем, что обрабатывается здесь исключительно цифровой материал.

Значительно меньше известно о попытках использовать электронно-вычислительные машины для анализа собственно геологической информации о месторождениях. Основные трудности заключаются здесь в необходимости кодировать для машины информацию, выраженную словесными описаниями.

В этом плане интерес представляет статья французских ученых Г. Дерекса, Д. А. Сарсиа и Г. Триоли (1964), посвященная возможностям кодирования геологической информации для последующей ее обработки на электронно-вычислительных машинах.

Авторы доказывают, что несмотря на большие трудности существенно семантического порядка при переводе на машинный язык геологических сведений и на имеющуюся в большинстве случаев неполноту этих сведений, задача подобного рода все же осуществима.

Естественно, что выбор системы кодирования в значительной степени определяется и кругом задач, которые предполагается решать. Можно считать, что задачи эти будут примерно следующего рода: дана группа из n месторождений типа A , которая характеризуется набором из m признаков. При этом каждое месторождение характеризуется неполным набором признаков $m - x$. В число m признаков входят закономерно связанные с данной группой и случайные. Необходимо решить следующие вопросы:

1. Определить признаки, наиболее характерные для этих месторождений.

2. Определить относительное значение каждого из выявленных признаков и их сочетаний для появления месторождения.

3. Выбрать признаки и их сочетания, наиболее часто встречающиеся с каким-либо признаком «а».

4. Есть новое месторождение неизвестного типа, характеризующееся признаками $m - x$. Требуется определить сходство этого месторождения с группой A и вероятность появления характерных для группы A сочетаний и отдельных признаков.

5. Решить задачи 1 и 2 для месторождений типа B , характеризующихся тем же набором признаков m . Определить значение для типа B признаков и сочетаний, установленных для типа A .

Решение этих и подобного рода задач, над которыми работают сотрудники института, поможет развитию учения о рудных месторождениях.

Действительно, задача 1 дает нам новые, вполне объективные поисковые критерии для месторождений данного типа. Решение задачи 2 позволит выяснить вопрос о перспективах того или иного района по возможности обнаружения в нем месторождений типа A со значительно большей степенью надежности, чем это делается сейчас. Задачи 3 и 4, в частности, значительно повысят надежность оценки месторождений. Решение задачи 5 может существенно корректировать наши представления о процессах, определяющих образование месторождений типа A и B .

Однако здесь возникает проблема выбора сведений для кодирования. Совершенно очевидно, что она должна решаться группой весьма компетентных в своей области геологов. Приниматься во внимание должны в этом случае лишь наиболее объективные сведения, т. е. факты, которые могут быть установлены любым достаточно внимательным исследователем. Всякие гипотетические построения должны быть полностью устранены. По-видимому, возникнет и много других ограничений, которые потребуют решения подобного рода задач, вытекающих из практики металлогенических исследований¹.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ РУД И ЗАКОНЫ КИБЕРНЕТИКИ

Большие трудности возникают на пути экспериментального изучения и воспроизведения геологических явлений вообще и процессов рудообразования, в частности. Тем не менее для изучения этих процессов могут быть предложены пути, которые позволяют довольно надежно судить о влиянии изменения того или иного параметра процессов.

Так, например, для изучения влияния отдельных геологических факторов при образовании рудных месторождений может быть предложен так называемый метод рядов рудных формаций².

¹ Возможны и другие пути организации геологической информации для целей прогнозирования месторождений. Один из них охарактеризован в интересной статье Ш. А. Губермана «Машина решает геологические задачи» («Природа», 1965, № 12).

² Этот метод предполагает, что состав рудного тела, его морфология и сопровождающие его околорудные изменения — суть функции разнообразных

Но несомненно необходимы поиски и других, более точных, более результативных методов, позволяющих найти и оценить роль факторов, управляющих процессами образования месторождений. Для этого представляется целесообразным выяснить применимость методов кибернетики при условии, что рудное месторождение будет рассматриваться как система, информирующая о процессах, ее породивших.

Если мы попробуем в самом грубом и схематическом виде представить себе взаимосвязь различных геологических систем при процессах магматогенного рудообразования, то в качестве одного из возможных вариантов получим схему, показанную на рис. 2. Она крайне упрощена. Для простоты в ней не принимаются во внимание некоторые обратные связи между системами, которые на первых порах можно считать несущественными.

Тем не менее и эта крайне упрощенная схема показывает, что между геологическими системами, определяющими рудообразование, существуют достаточно сложные взаимосвязи. Ведущее значение имеют преобразования, происходящие с составом магмы и вмещающих пород. В то же время она достаточно наглядно подтверждает, что рудное месторождение может рассматриваться как информирующая система.

Следуя далее представлению о месторождении, как об информирующей системе, мы можем предположить, что минералы, составляющие рудные тела, содержат определенным образом закодированную информацию об источниках оруденения и о влиянии среды рудоотложения. Далее, анализируя с позиций кибернетики характер взаимодействия между геологическими системами при рудообразовании, можно сделать вывод, что по-

геологических факторов. Подобрать такие реальные месторождения, где одна какая-либо функция постепенно изменяется, одновременно выясняем, какие изменения происходят с аргументами — геологическими факторами, определяющими рудообразование. Найдя среди них фактор или группу факторов, закономерно изменяющихся, как и взятая за основу функция, мы тем самым устанавливаем их взаимосвязь.

Конечно, во многих случаях подобное сравнение может не дать однозначного решения, но может хотя бы подсказать пути, на которых его следует искать. Поступая подобным образом, мы практически переносим на геологические объекты экспериментальный метод изучения сложных систем, в которых характер взаимосвязей не поддается теоретическому анализу.

сколько мы имеем дело с преобразованиями вещества, имеющего своим источником магму или вмещающие породы, очевидно, что вещество рудного тела и окolorудных измененных пород не может содержать каких-либо иных компонентов. Следовательно, происходящие преобразования замкнуты¹.

Происходящие преобразования должны быть и однозначными, поскольку минеральный состав месторождения представляет собой единственно возможный в данных условиях вариант сочетания различных химических компонентов, составляющих рудные тела и окolorудные породы месторождения.

Замкнутость и однозначность преобразований, происходящих при процессах рудогенеза, позволяет подходить к их исследованию с позиций исследования детерминированных динамических систем (Р. У. Эшби, 1959). При этом термин детерминированности указывает, что система в своем изменении следует закономерным и воспроизводимым путям, а сама система понимается как перечень принятых во внимание переменных. То, что образование рудных месторождений — это следствие преобразований, происходящих в детерминированной динамической системе, позволяет подходить к изучению этой системы с применением законов кибернетики. Следовательно можно также утверждать, что при определенном наборе переменных будет получена требуемая однозначность в поведении систем. Иными словами можно найти, какие изменения геологических условий определяют появление интересующего нас комплекса минеральных видов.

Таким образом, к анализу закономерностей, управляющих рудообразующими системами, можно подходить с позиций кибернетики. Попробуем показать это на немногих, но, на наш взгляд, достаточно убедительных примерах.

Как известно, наиболее поздние фации одной какой-либо метасоматической² формации, содержат минимальное количество минеральных видов. Эта закономерность проявляется особенно ярко, если процесс про-

¹ Здесь следует сразу же указать, что преобразования, происходящие при рудогенезе, являются замкнутыми лишь с точки зрения кибернетики, с позиций же термодинамики рудообразующие системы — открытые.

² Метасоматоз — это процесс замещения одного твердого минерального вещества другим при сохранении первоначального объема.

должался достаточно длительно. Акад. Д. С. Коржинский объясняет это явление с физико-химических позиций¹, однако они могут быть объяснены и с позиций кибернетики, точнее одного из ее разделов — теории информации. Если преобразования, происходящие при процессах рудогенеза действительно замкнутые однозначные, а формирование магматогенного минерального рудного тела (в данном случае метасоматического тела) может быть представлено как процесс передачи информации от магматического очага к месту локализации оруденения, то в соответствии с основным законом передачи информации, с течением времени разнообразие информации не может увеличиваться, а обычно будет меньше, что и наблюдается в действительности в виде уменьшения количества минеральных видов в поздних метасоматических образованиях. Таким образом, геологическая закономерность, ранее объясняемая законами физической химии и термодинамики, может быть объяснена и законами теории информации.

Следующий пример имеет уже непосредственное отношение к металлогении. В одном из рудных районов Восточного Забайкалья широко распространены золотые и оловянные месторождения. Они залегают в совершенно однородных по составу песчаниково-сланцевых толщах, но магматические породы, с которыми они ассоциируют, достаточно различные. Если золотые месторождения ассоциируют со сложными по составу малыми интрузиями и нормальными гранитоидами, то оловянные — с магматическими породами, пересыщенными глиноземом, в составе которых наблюдается отчетливое преобладание калия над натрием.

Ареалы распространения этих различных по составу магматических пород достаточно резко разграничены тектоническими нарушениями типа глубинных разломов на отдельные блоки. Каждый из блоков, в зависимости от развитого в нем типа магматизма, несет или золотую, или оловянную минерализацию, т. е. имеет различную металлогеническую специализацию. При этом в каждом из блоков оруденение развивалось длительно, в несколько этапов, разделенных

значительными (от 10 до 30 млн. лет) промежутками времени. Рудные тела, образовавшиеся на первых этапах возникновения минерализации, заметно отличаются по минеральному составу в зависимости от того, содержат ли они олово или золото. Но в наиболее поздних проявлениях минерализации — кварцево-аметистовых жилах с карбонатами — минеральный состав оказывается повсеместно одинаковым.

По-видимому, в данном случае имеет место проявление закона, который назван английским ученым Р. У. Эшби «законом накопления опыта». Согласно ему, «информация, связанная с изменением параметра, имеет тенденцию разрушать и замещать информацию о начальном состоянии системы»¹.

Под входом системы понимается изменяющийся под влиянием внешних воздействий или по воле экспериментатора параметр, определяющий поведение системы. В данном случае, параметром на входе являются вмещающие породы, представленные толщей перемежающихся метаморфизованных песчаников и сланцев. «Выходом» будет место, где наблюдаются результаты преобразований, в данном случае минеральный состав рудных тел.

Влияние вмещающих пород, одинаковых во всем районе и играющих роль однородного параметра на входе рудообразующих систем, постепенно, в течение периода рудообразования, лишает эти системы индивидуальных особенностей, связанных с химическим составом рудоносных магм. В результате наиболее поздние продукты процессов оказываются совершенно однородными на всей территории.

Этот пример, на наш взгляд, достаточно убедительно показывает перспективы применения методов кибернетики для понимания процессов, управляющих образованием рудных месторождений в земной коре.

Итак, можно вполне обоснованно считать, что в ближайшем будущем в развитии учения о рудных месторождениях появятся интересные новые результаты, поскольку геологи все больше привлекают в своих исследованиях методы кибернетики и математики.

УДК 62-50

¹ См. Д. С. Коржинский. Очерк метасоматических процессов, в сб. «Основные проблемы учения о магматогенных рудных месторождениях». Изд-во АН СССР, 1953.

¹ См. Р. У. Эшби. Введение в кибернетику. ИЛ, 1959, стр. 197—198.

МОЛИБДЕН В ЖИВЫХ ОРГАНИЗМАХ И ОКРУЖАЮЩЕЙ ИХ СРЕДЕ

Профессор В. В. Ковальский, Г. А. Яровая

Москва

Химический состав естественных сред обитания оказывает огромное влияние на организмы. Микроэлементы — медь, кобальт, цинк, марганец, молибден, йод, селен, ванадий и др. — входят в состав многих биологически активных веществ (ферментов, гормонов, витаминов, пигментов), активируют или тормозят их действие, участвуют в их синтезе. Оптимальный синтез и действие в организме биологически активных соединений, содержащих микроэлементы, наблюдается только в определенных пределах концентраций или соотношений микроэлементов в организме. Естественная поэтому тесная зависимость процессов обмена веществ от концентрации и соотношения химических элементов в окружающей среде.

Закономерности миграции микроэлементов в биосфере невозможно понять, не определив пути и механизмы их концентрирования и обмена в организмах, не изучив природу естественных соединений, содержащих микроэлементы. Формы этих соединений меняются в процессе миграции микроэлементов через почвы и воды, тела растений и животных (рис. 1).

ГЕОХИМИЯ МОЛИБДЕНА

Молибден в рассеянном состоянии встречается в породах, почвах, водах и организмах. В природе распространены соединения четырех- и шестивалентного молибдена. В геохимии четырехвалентное состояние этого элемента характерно для глубинных процессов, шестивалентное — для поверхностных (гипергенных). При соответствующих условиях четырехвалентный молибден образует относительно устойчивый минерал — молибденит (MoS_2), при воздействии же кислорода он легко окисляется. В результате окисления происходит образование раство-

римых соединений шестивалентного молибдена (сернокислотно-молибденовый комплекс и молибденовая кислота). Эти соединения устойчивы при отсутствии восстановительной среды и дают подвижные в гипергенных условиях анионы типа $(\text{MoO}_4)^{-2}$, которые легко переходят в почвенные горизонты и усваиваются растениями. Но мы имеем еще слишком мало данных, чтобы судить о том, как протекает этот процесс миграции молибдена в природных условиях и какие факторы ему благоприятствуют.

БИОГЕННАЯ МИГРАЦИЯ

В настоящее время можно считать установленными высокую миграционную способность молибдена в зоне гипергенеза и наличие ореолов рассеяния его в почвах и природных водах в районах, где залегают породы, обогащенные молибденом. В таких условиях возникают молибденовые биогеохимические провинции. Попадая в почвы, растения, затем в животные организмы, молибден вступает в стадию биогенной миграции.

Содержание и распределение в почвах молибдена зависит так же, как и содержание других химических элементов, от целого ряда факторов, возникающих в почве. К ним следует отнести: механические свойства почв, почвенные растворы, сопутствующие анионы и катионы, насыщенность кислородом и углекислотой, присутствие органических веществ, деятельность живых организмов, величину концентрации водородных ионов и др. Благодаря всем этим особенностям, «поведение» химических элементов в почве и в породах, естественно, различаются. Можно привести такой пример: в воде первичный минерал молибдена — молибденит — растворяется в количестве 0,05 мг/л, вторичные минералы молибдена — ферромолит, вуль-

фенит — соответственно в количестве 5,4 и 0,14 мг/л, а почвенная форма молибдена — MoO_3 — в количестве 250 мг/л.

Содержание молибдена в почвах составляет в среднем $2,4 \cdot 10^{-4} \%$ и отличается однообразием. Недостаток или избыток этого элемента в почве может носить как абсолютный, так и относительный характер. Абсолютный избыток молибдена в почве возникает в районах, где подстилающие породы обогащены молибденом. Абсолютный недостаток его наблюдается в почвах, из которых молибден легко вымывается (песчаные почвы), а также в почвах, образованных на обедненных молибденом серпентинитах.

Относительный избыток или недостаток молибдена зависит от почвообразовательного процесса, в частности от величины рН среды и от присутствия других сопутствующих элементов в данной почве. С этими факторами связан вопрос о доступности или недоступности молибдена для растений. Так, почвы щелочные, богатые органическими веществами, содержат подвижный, доступный растениям, ион MoO_4^{2-} , почвы же кислые, с резко подзолистыми процессами фиксируют молибден в горизонтах вымывания. Там он становится недоступным для растений. Поведение молибдена в почвенном слое, а также формы его почвенных соединений, как доступных, так и недоступных, еще мало изучены.

ДЛЯ РАСТЕНИЙ И МИКРООРГАНИЗМОВ

Современные данные об участии молибдена в обмене веществ растений еще не позволяют с полной ясностью определить его роль в жизни растений: известны лишь некоторые условия, при которых течение физиологических процессов зависит от наличия молибдена. Так, фиксация азота различными группами свободноживущих микроорганизмов типа азотобактера и клостридиума, а также клубеньковыми бактериями может протекать лишь в присутствии молибдена. Бобовые растения, произрастающие в зонах высокого содержания молибдена в среде, весят

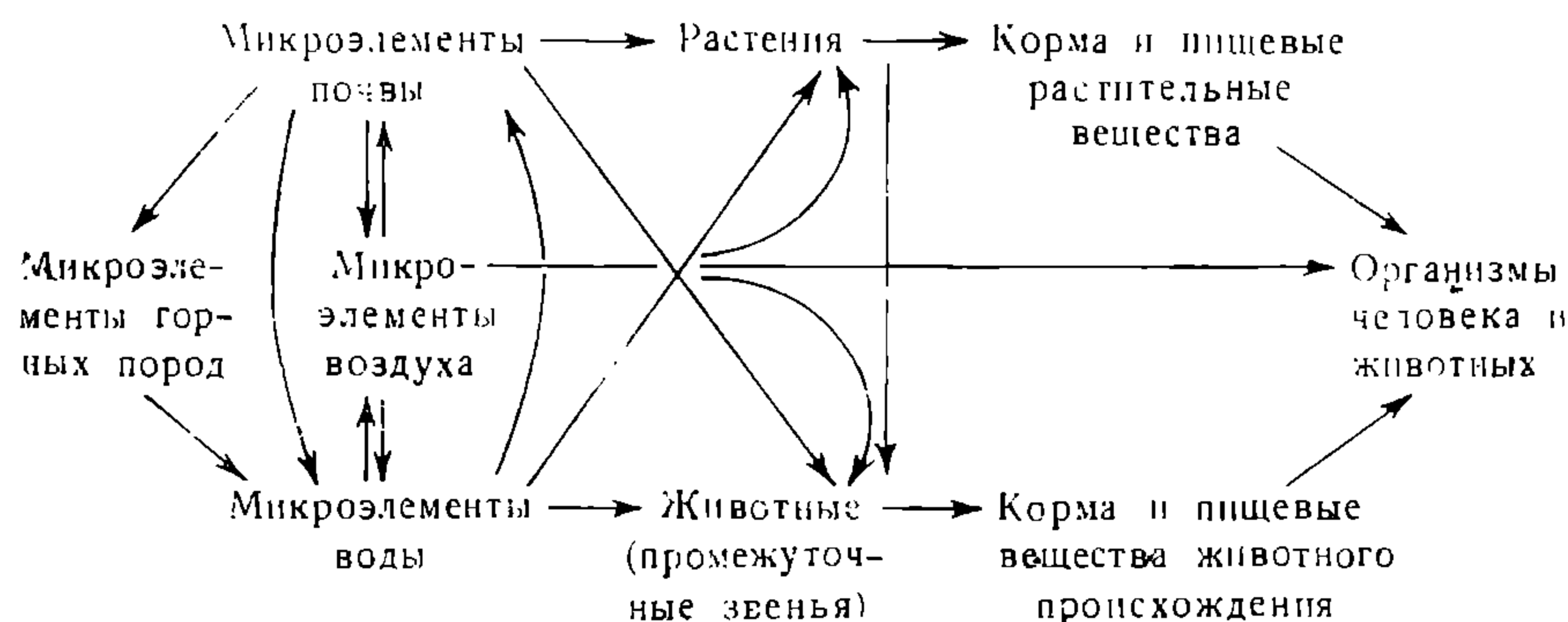


Рис. 1. Биогеохимические пищевые цепи микроэлементов

(и соответственно содержат азота) в 2 раза больше, чем представители тех же систематических групп, обитающих в районах с нормальным содержанием этого элемента. Азотфиксирующие ферменты до сих пор не выделены. Предполагается, что нитрогеназа связывает азот, затем гидрогеназа переносит к нему атом водорода. Механизм активирующего действия молибдена на процесс фиксации азота неясен. Ряд авторов считает, что активная группа нитрогеназы представляет собой хелатное соединение, содержащее железо, молибден или марганец. Сторонники участия гидрогеназы в процессе фиксации азота допускают, что этот фермент представляет собою металлофлавопротеид, содержащий молибден или железо.

Установлено, что молибден является одним из активных начал нитратредуктазы, фермента восстановления нитрата, необходимого для восстановления нитратов в аммиак, который используется растениями для синтеза аминокислот и белков. Возможно, в этом процессе молибден служит переносчиком электронов между флавинами и нитратами.

Молибден оказывает положительное действие на уровень использования азота для синтеза белка. Полагают, что молибден контролирует снабжение донаторов водорода энергией, необходимой для синтеза белка. Необходимая для этого энергия передается при отщеплении фосфорной кислоты от аденозинтрифосфата (АТФ) и превращении его в аденозиндифосфат (АДФ), так как при этом разрываются богатые энергией так называемые макроэнергетические связи.

Недостаток молибдена в питании растений ведет к снижению содержания в них аскорбиновой кислоты. Вероятно, молибден необходим при синтезе это-

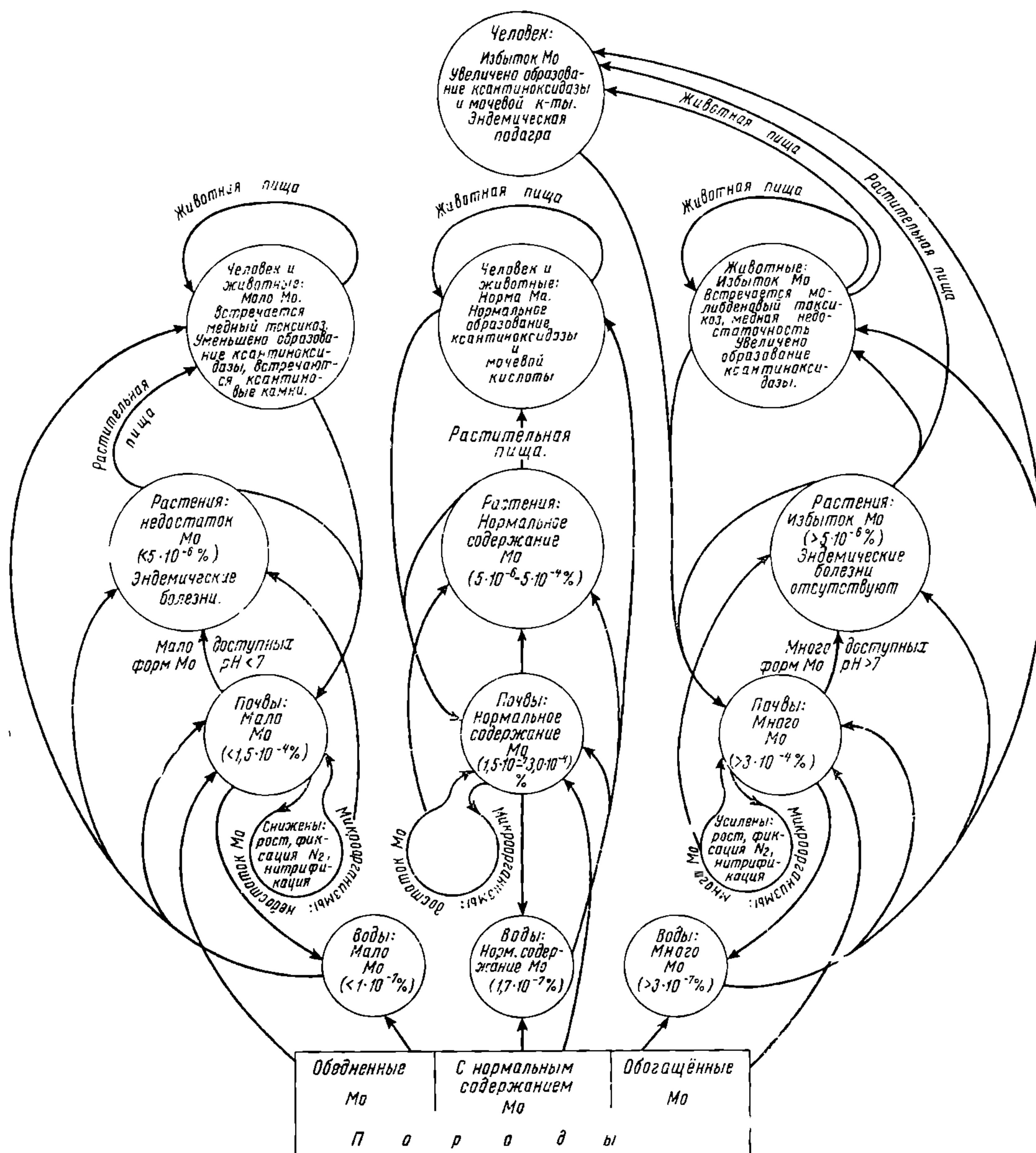


Рис. 2. Биогенная миграция молибдена и воздействие его на организмы при недостатке, нормальном содержании и избытке этого элемента во внешней среде

го витамина. Высокое содержание нитратов, возникающее при резкой недостаточности молибдена, вызывает разрушение аскорбиновой кислоты.

Молибден влияет на поступление в растения целого ряда других химических элементов, например кальция, фосфора и железа, усвояемость которых повышается в присутствии молибдена, а также бора, никеля, кобальта, марганца, цинка и меди, поступление

которых в растения ограничивается избытком молибдена.

Различные виды растений нуждаются в различных количествах молибдена. Были проведены опыты по выращиванию 33 видов растений на одной и той же почве. Оказалось, что представители семейства бобовых концентрируют молибден в большем количестве, чем все другие виды растений, и это делает их особенно чувствительными к недостатку

этого элемента в почве. В таких случаях у бобовых нарушается обмен веществ. Другие же растения не проявляют никаких признаков молибденовой недостаточности. Цитрусовые, например переносят значительное снижение молибдена в почве.

МОЛИБДЕНОВАЯ НЕДОСТАТОЧНОСТЬ

У различных видов растений, произрастающих на почвах, бедных молибденом, или содержащих его в недоступной для растений форме, такая недостаточность вызывает заболевание пятнистостью. В последующем появляются некротические участки и скручивание листьев.

Растения при этом не плодоносят и погибают. Описаны обширные территории молибденовой недостаточности в Австралии, на о-ве Тасмания, в Новой Зеландии, Франции, Англии, Ирландии, США, на Гавайях. Такая недостаточность наблюдалась более чем у 40 видов растений, но при подкормке растений молибденовыми удобрениями ее признаки исчезают. При этом восстанавливается активность фермента нитратредуктазы, значительно снижающаяся при молибденовом голодании растений. С другой стороны, растения способны накапливать большое количество этого элемента (до $n \cdot 10^{-2}\%$ на сухой вес). Однако каких-либо заболеваний, вызванных высоким содержанием молибдена, не наблюдалось.

Так же, как и для растений, молибден является обязательной составной частью животных тканей. Однако до сих пор не удалось открыть заболевания животных, возникающие от недостаточности этого элемента. Очевидно, то количество молибдена, которое потребляется животными с кормами, а человеком — с пищевыми продуктами, вполне покрывает потребность в нем.

Наблюдения над влиянием избытка молибдена на организм животных позволили установить токсическое его действие. Впервые оно было изучено в районах пастбищного скотоводства в Англии (Сомерсет, Варвикшир, Глочестер и др.). Наблюдавшееся там заболевание скота, названное «teart», характеризующееся сильной диареей, потерей веса, изменением цвета шерсти, сопровождающимся постепенным ее выпадением, приводило к гибели животных. Это заболевание стало известно с 1798 г., однако в течение ста лет причина его оставалась невыясненной. Было опровергнуто возможное действие

бактерий или паразитов, так же, как и причины, связанные с недостаточным водным снабжением, качеством кормов или ядовитостью растений. Оставалось предположить, что заболевание вызывается токсичностью или же недостаточностью какого-либо элемента в среде. Это предположение подтверждалось тем, что при перемещении животных в соседние районы признаки заболевания быстро исчезали. Оказалось, что заболевание крупного рогатого скота вызывается высоким содержанием молибдена в пастбищных растениях. Источником высоких количеств молибдена были почвы, развитые на отложениях Нижнего Льяса. Сходство между симптомами молибденового токсикоза и медной недостаточности у животных натолкнуло на мысль использовать медь для успешного лечения этого заболевания.

Случаи молибденового токсикоза описаны и в других странах, в частности, в ряде районов США (центральная Калифорния, Флорида и др.), Новой Зеландии, Ирландии, Швеции, где почвы, а соответственно и пастбищные растения обогащены молибденом.

АНТАГОНИЗМ МОЛИБДЕНА И МЕДИ

Интересно, что содержание молибдена в рационе животных служит одним из главных факторов, определяющих уровень содержания меди в тканях организма. Так, высокое содержание молибдена в корме вызывает медную недостаточность, выражающуюся в уменьшении содержания меди в организме. Напротив, при малом содержании молибдена могут возникнуть заболевания, связанные с избытком меди.

Патологические явления, наблюдаемые у животных при молибденовом токсикозе, можно в какой-то мере объяснить угнетающим влиянием этого элемента на медный метаболизм. При недостатке меди в организме снижается синтез гемоглобина и других железопорфиринов (цитохромов и цитохром-оксидазы). По-видимому, медь необходима для превращения железа в органически связанную форму. При этом часто развиваются признаки анемии. Кроме того, при недостатке меди в организме нарушаются окислительные процессы в тканях, особенно печени и центральной нервной системы, уменьшается активность целого ряда ферментов окислительно-восстановительного действия (сульфидоксидазы, цитохром-оксидазы, пероксидазы, дофаоксидазы и др.).

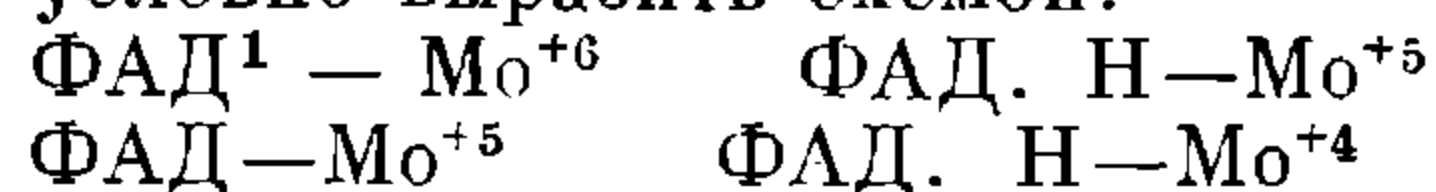
Таким образом, при избытке молибдена могут наступить сложные биохимические изменения, вызванные медной недостаточностью, поскольку эти химические элементы являются физиологическими антагонистами в обмене веществ.

Неорганическая сера (сульфатная) усиливает ядовитость молибдена. Установлено, что заболевание овец эндемической атаксией связано с взаимодействием меди, молибдена и сульфата. Избыток молибдена тормозит окисление сульфидов в печени, угнетая активность фермента сульфидоксидазы, что приводит к проявлению токсического действия избытка сульфидов, образующихся в процессе обмена веществ.

МОЛИБДЕН НЕОБХОДИМ ЖИВОТНЫМ ОРГАНИЗМАМ

Молибден — жизненно необходимый химический элемент: он входит как структурный компонент в состав ксантиноксидазы, фермента флавиновой природы, катализирующего последние стадии превращения пуринов с образованием мочевой кислоты. Ксантиноксидаза широко распространена в тканях животных. Особенно богаты этим ферментом молоко и печень.

Хотя присутствие молибдена в ксантиноксидазе твердо установлено, его функциональное участие в системе фермента, переносящего водород, а также природа состояния молибдена в этом ферменте еще мало исследованы. Изучение растворов ксантиноксидазы методом парамагнитного резонанса показало, что молибден в процессе каталитического действия меняет валентность. Фазы окислительно-восстановительного процесса, катализируемого ксантиноксидазой, можно условно выразить схемой:



По характеру строения электронных уровней молибден, как и многие другие микроэлементы, относится к элементам *d*-семейств, у которых квантовое число последнего из присоединяемых электронов есть *d*. Особенность этих элементов состоит в ненасыщенности *d*-уровня, что обуславливает их переменную валентность, поляризуемость и комплексообразование. Этими свойствами и объясняется участие металлов в важнейших процессах, протекающих в организме. Та-

кие элементы характеризуются ярко выраженной своеобразной электроотрицательностью, поскольку они стремятся «достроить» комплект валентных электронов на *d*-уровне. Активной формой таких элементов служат хелатные гетероциклы, где микроэлемент служит замыкающим циклом элементом, присоединенным к органическому радикалу основной или дополнительной валентностью. В основном, роль большинства таких элементов сводится к стимулированию окислительных процессов.

В ксантиноксидазе молибден служит, с одной стороны, переносчиком электронов, с другой, вероятно, связывает белковую часть фермента с простетической группой (флавин-Мо-белок).

Как составная часть рациона, молибден оказывает значительное влияние на образование в организме ксантиноксидазы, так как является ее структурным компонентом.

В животном организме молибден служит составной частью не только ксантиноксидазы, но и близкого к ней по составу и каталитическому действию фермента — адьдегидоксидазы, катализирующей окисление альдегидов.

При изучении биогеохимических провинций, обогащенных молибденом, оказалось, что активность ксантиноксидазы в тканях животных, поедающих растения богатых молибденом пастбищ, повышена в два-три раза. Но несмотря на значительное увеличение активности ксантиноксидазы, концентрация мочевой кислоты в крови этих животных почти не меняется. Это объясняется, по-видимому, возможным усилением в тканях активности фермента уриказы, превращающей избыточную мочевую кислоту в аллантаин.

МОЛИБДЕНОВАЯ ПОДАГРА ЧЕЛОВЕКА

Когда с растительной и животной пищей в организм человека попадает избыточное количество молибдена, тогда нарушается пуриновый обмен и возникает эндемическая подагра. Это происходит потому, что при увеличении содержания молибдена в организме усиливается образование ксантиноксидазы. Повышение активности этого фермента, в свою очередь, приводит к увеличенному образованию мочевой кислоты из гипоксантина и ксантина. Известно, что в организме человека практически отсутствует уриказа — фермент, превращающий мочевую кислоту в аллантаин. По-

¹ ФАД — флавинадениндинуклеотид.

этому мочевая кислота, в условиях ее повышенного образования, накапливается в крови в значительной концентрации: до 10—11 мг% по сравнению с нормой (3—5 мг%). Обладая малой растворимостью, мочевая кислота и ее соли откладываются в тканях, особенно в соединительной ткани, в суставных хрящах. Это приводит к появлению признаков подагрического артрита. Такие эндемические заболевания обнаружены в Армении, в районе селения Анкаван.

КРУГОВОРОТ МОЛИБДЕНА В БИОСФЕРЕ

Мигрируя из зоны окисления материнской породы, молибден попадает в почвенные горизонты. Здесь, при определенных условиях, возникающих под действием почвообразовательных процессов, он находится в форме, в большей или меньшей степени доступной растениям. Попадая в почву, а из

нее в некоторые виды почвенных микроорганизмов, в растения, в растительные корма и пищевые вещества, а затем в животные организмы (рис. 2), молибден вступает в биогенную миграцию, которая совершается в биосфере, в сложных условиях взаимодействия организмов между собой и с окружающей внешней средой.

В зависимости от геохимических условий молибден может включаться в биогенную миграцию в различных количествах. При включении в малых, недостаточных, или в больших, избыточных количествах, он оказывает значительное влияние на изменчивость биогеохимических пищевых цепей, на процессы промежуточного обмена веществ, на приспособление к условиям среды или появление эндемических болезней растений, животных и человека, на чувствительность организмов к различным концентрациям элементов.

УДК 577.1



А. С. Рожков

МАССОВОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ СИБИРСКОГО ШЕЛКОПРЯДА И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМ

Изд-во «Наука», 1965, 179 стр.,
ц. 1 р. 24 к.

Огромная территория нашей страны — от Южного Урала до побережий Охотского и Японского морей, от Якутска до Владивостока, зона распространения одного из наиболее массовых и опасных вредителей хвойных пород — сибирского шелкопряда. Первые сведения о вспышках массового размножения этого страшного насекомого относятся к 1870 г. Вред, наносимый этим вредителем огромен — не случайно он назывался раньше «сосновым тигром», «сосновой собакой», «волосатым огнем». За столетие шелкопряд уничтожил

на территории Сибири и Дальнего Востока свыше 13 млн. га хвойных лесов, большая часть которых еще полностью не восстановилась.

Массовое размножение сибирского шелкопряда обычно влечет за собою вспышку размножения вторичных вредителей — короедов, усачей, златок и рогохвостов. Начав размножаться на усохших и усыхающих деревьях, они затем переходят на слабо поврежденные и совершенно здоровые, значительно увеличивая первоначальную площадь сухостоев. Сибирский шелкопряд опасен не только как вредитель леса. За период 1946—1949 гг. клиникой глазных болезней Иркутского медицинского института зарегистрировано 168 случаев повреждения глаз человека ядовитыми волосками шелкопряда.

Автор всесторонне исследовал закономерности и причины вспышек массового размножения вредителя и возникновения его очагов. В книге приводится обширный фактический материал о развитии вспышек сибирского шелкопряда, рассматривается вопрос о соотношении резерваций и первичных очагов и о поведении насекомых при изменении плотности популяций.

Чрезвычайно интересна оценка современных химических и биологических методов борьбы с сибирским шелкопрядом, сочетание этих методов. Кроме того, автор рассказывает о перспективах применения и новых методов борьбы с этим серьезным вредителем таежных лесов.

Д. В. Петрова
Москва

РАСШИФРОВКА СТРУКТУРЫ ЛИЗОЦИМА

В. И. Яковлева

Институт биохимии им. А. Н. Баха АН СССР
(Москва)

Одним из важнейших достижений биохимии за последние годы можно считать завершение работ по расшифровке структуры лизоцима — фермента, растворяющего оболочки некоторых микроорганизмов и убивающего их. Лизоцим — второй после рибонуклеазы фермент, для которого выяснена последовательность аминокислотных остатков в полипептидной цепи и так называемая конформация молекулы, т. е. способ ее расположения в пространстве.

ЧТО ТАКОЕ ЛИЗОЦИМ?

Английский микробиолог Александр Флеминг, позднее получивший всемирное признание за открытие пенициллина, в 1922 г. сделал очень интересное наблюдение: выделения слизистых тканей человека растворяли колонии некоторых микроорганизмов¹. Таким же свойством обладали и слезы. Достаточно было добавить одну слезу в пробирку с суспензией бесчисленного множества микроорганизмов, как жидкость в течение нескольких секунд становилась совершенно прозрачной. Александр Флеминг предположил, что выделения слизистой и слезы человека содержат какое-то вещество, растворяющее оболочки некоторых микроорганизмов. По своим свойствам это вещество оказалось ферментом. Его называли лизоцимом, т. е. ферментом лизирующим, растворяющим микроорганизмы.

В 1922 г. Флеминг опубликовал первую статью, посвященную лизоциму. В последующие годы он показал, что этот фермент содержится и в других тканях и выделениях человека: в потях, слюне, женском молоке, хрящах, печени и селезенке, внутри лейко-

цитов крови и в кровяных сгустках. Флеминг исследовал растения из собственного сада, и почти в каждом из них (тюльпане, лютике, крапиве и пионе) обнаружил присутствие лизоцима. Оказалось, что довольно большое его количество содержит репа, но особенно много его (до 3%) — в яичном белке. Даже разведенный в 60 млн. раз яичный белок проявляет бактерицидные свойства. Замечательные работы Флеминга послужили отправной точкой для многочисленных исследований в этой области.

Лизоцим был найден в тканях многих животных и растений. Относительно большое его количество содержится в млечном соке дынного дерева (*Carica papaya*). Найден он даже у некоторых микроорганизмов. Например, клетки широко распространенной сенной палочки *Bacillus subtilis* выделяют вещество, растворяющее колонии пневмококков.

Ученые, исследовавшие свойства и распространение лизоцима, пытались выяснить его биологическую роль. Они пришли к заключению, что этот фермент служит мощным естественным оружием организма в борьбе против многочисленных микробов, постоянно присутствующих в воздухе, воде и почве. Поверхность глаза и носоглотки открыта для них. Скорлупа и оболочка яиц не служат

¹ См. М. Моруа. Жизнь Александра Флеминга. ИЛ, 1961; «Природа», 1961, № 7, стр. 33—40; 1961, № 7, стр. 39—44.

преградой для микроорганизмов. Тем не менее в нормальном состоянии эти ткани не подвергаются действию микробов, и именно в них содержание лизоцима относительно велико. Но, как правило, лизоцим особенно быстро растворяет оболочки и убивает неболезнетворных для человека микроорганизмов, так называемых сапрофитов. У многих патогенных микробов оболочка не такого состава, как у сапрофитных форм, и на них лизоцим обычно не действует. Поскольку даже в условиях опыта можно повысить устойчивость некоторых микроорганизмов к лизоциму, возможно, что такие формы микробов, на которые лизоцим уже не действует, появились в процессе эволюции. Правда, в организме человека выработались против патогенных микроорганизмов и другие защитные силы. Кроме того, лизоцим в такой высокой концентрации, в какой он присутствует в яичном белке, оказывает бактерицидное действие и на некоторые неболезнетворные микробы, например на стрептококки, стафилококки и дифтерийную палочку. Это свойство лизоцима используется в медицине при лечении ряда глазных и кишечных заболеваний, а также в промышленности для консервирования дорогостоящих продуктов питания, таких, например, как черная икра.

Широкое распространение и важная биологическая роль лизоцима привлекли к нему внимание исследователей различных специальностей. Ни одному ферменту не посвящено столько работ, сколько лизоциму. Но только в последнее время, благодаря появлению новых методов и приборов для исследования химических и физических свойств белков, были достигнуты значительные успехи в расшифровке его структуры.

ПЕРВИЧНАЯ СТРУКТУРА

Порядок расположения аминокислотных остатков в полипептидной цепочке, из которой состоит молекула белка, принято считать первичной структурой. Она определяет возможность внутримолекулярного взаимодействия различных групп аминокислотных остатков, и в конечном счете — расположение полипептидной цепочки в пространстве. Кроме того, первичная структура белка помогает выявить потенциальные группы фермента, участвующие в его взаимодействии с субстратом, и раскрыть механизм

действия. Поэтому завершение работ по расшифровке первичной структуры лизоцима считают одним из важнейших достижений биохимии за истекший год.

Исследователями были получены высокоочищенные, а в ряде случаев кристаллические препараты лизоцима из различных объектов. Это дало возможность уже несколько лет тому назад точно установить его аминокислотный состав. Молекула лизоцима богата основными и дикарбоновыми аминокислотами, причем большая часть последних представлена в виде амидов¹. Такой состав лизоцима определяет его щелочные свойства: изоэлектрическая точка фермента находится в пределах рН от 10,5 до 11,0. Лизоцимы, полученные из различных источников, имеют разный аминокислотный состав. Например, лизоцимы из яичного белка и селезенки кролика различаются по содержанию триптофана и глютаминовой кислоты. Даже лизоцимы, выделенные из разных тканей одного и того же организма, хотя и близки, но не идентичны по своему составу.

Как уже было отмечено, особенно много лизоцима содержится в яичном белке. Он служит наиболее удобным объектом для получения этого фермента в кристаллическом виде. Поэтому все результаты работ, о которых будет рассказано ниже, получены при исследовании лизоцима яичного белка.

Суммарный аминокислотный состав лизоцима после его кислотного расщепления не давал никаких данных о последовательности расположения отдельных аминокислотных остатков в молекуле белка. Такое суммарное определение аминокислотного состава белка было трудоемкой процедурой и занимало чрезвычайно много времени. Кроме того, под действием кислоты и нагревания часть аминокислот разрушалась, часть же изменяла свое строение. Только получение препаратов несколько раз перекристаллизованных различных протеолитических ферментов и появление автоматических анализаторов аминокислот, которые производят полный анализ смеси за 24 часа, а также новых методов разделения продуктов ферментативного гидролиза белков — пептидов с помощью молекулярных сит (гель-фильтрации) и ионного обмена позволило определить последовательность аминокислот в лизоциме.

¹ См. Ф. Гауровиц. Химия и функции белков. Изд-во «Мир», 1965.

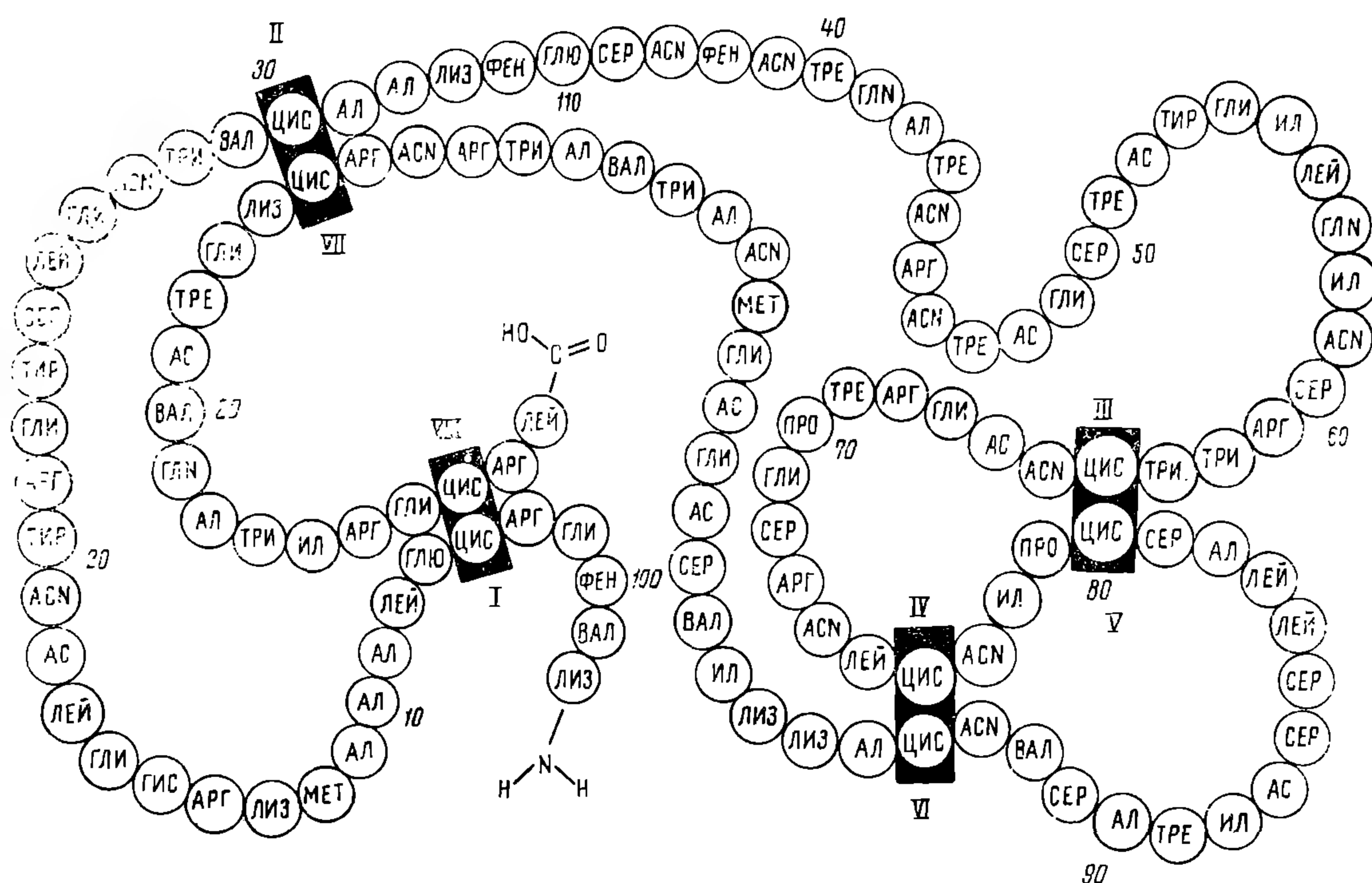


Рис. 1. Первичная структура лизоцима — порядок расположения аминокислотных остатков в молекуле. На одном ее конце находится аминная ($-\text{NH}_2$) группа лизина, на другом — карбоксильная ($-\text{COOH}$) группа лейцина. 129 аминокислотных остатков соединены в одну полипептидную цепь, которая скреплена определенным образом четырьмя дисульфидными мостиками (отмечены черным цветом). Аминокислотные остатки обозначены начальными буквами: ал — аланин, арг — арганин, ас — аспарагиновая кислота, асн — ее амид аспарагин, вал — валин, гис — гистидин, гли — глицин, глю — глютаминовая кислота, глн — ее амид-глютамин, ил — изолейцин, лей — лейцин, мет — метионин, про — пролин, сер — серин, тре — треонин, тир — тирозин, три — триптофан, фен — фенилаланин, цис — половина молекулы цистина

Порядок расположения отдельных аминокислот в молекуле фермента был установлен при сопоставлении аминокислотной последовательности многочисленных небольших фрагментов лизоцима — пептидов, получаемых при его частичном ферментативном расщеплении. На рис. 1 представлена первичная структура лизоцима. Она расшифрована в результате работы многих лабораторий мира. Если раньше исследователи получали противоречивые данные, то за последнее время три группы, под руководством Жоллеса, Кенфилда и Брауна, получили совпадающие данные о первичной структуре лизоцима ¹.

Уже довольно давно было известно, что лизоцим — низкополимерный белок, с молекулярным весом около 14 500. Теперь точ-

но установлено, что молекула лизоцима составлена из 129 аминокислотных остатков и представляет собой одну полипептидную цепь. На рис. 1 они условно обозначены первыми буквами.

В состав молекулы лизоцима входит восемь половинок аминокислоты цистина, которые, соединяясь попарно, могут образовывать четыре связи $-\text{S}-\text{S}-$, называемые дисульфидными мостиками. При расшифровке структуры лизоцима наибольшие трудности возникали именно с установлением точного местонахождения дисульфидных мостиков, от расположения которых в значительной степени зависит ориентация полипептидной цепи в пространстве. В настоящее время представлены доказательства того, что восемь остатков половинок цистина связаны следующим образом: I — VIII, II — VII, III — V и IV — VI (см. рис. 1).

¹ См. R. E. Canfield, A. K. Liu. «J. Biol. Chem.», v. 240, 1965, № 5, p. 1997.

РАСПОЛОЖЕНИЕ МОЛЕКУЛЫ В ПРОСТРАНСТВЕ

Рентгеноструктурный анализ кристаллов лизоцима позволил сделать определенное заключение о характере расположения полипептидной цепи в пространстве. Эти работы, продолжавшиеся около пяти лет, были успешно завершены в прошлом году. Группа исследователей в Англии получила и расшифровала карты распределения электронных плотностей различных участков молекулы лизоцима, а также сопоставила полученные результаты с данными о первичной структуре¹.

При разрешении 6 и 2 Å можно было довольно отчетливо выявить основные особенности строения лизоцима. Для более четкого определения некоторых групп были получены производные лизоцима и атомов тяжелых металлов. Особенно хорошие результаты дало использование некоторых соединений ртути и урана. Математическая обработка карт распределения электронных плотностей в кристаллах производных лизоцима и нативных молекул показала, что полипептидная цепь лизоцима составлена из спиральных и неспиральных участков. На рис. 2 представлена схема вторичной структуры лизоцима. Только 42% от всей полипептидной цепи ее молекулы расположено в виде α-спиралей, остальная часть представлена неспиральными участками. Каждый из дисульфидных мостиков либо замыкает спиральный участок молекулы, либо имеет на одном конце по крайней мере один оборот спирали. Молекула лизоцима окружена гидрофобными группами из боковых цепей остатков триптофана. Три боковые цепи триптофана направлены вне молекулы. Их порядковый номер в полипептидной цепи, по-видимому, равен 62, 63 и 123. Кроме того, на поверхности молекулы лизоцима расположены и другие гидрофобные группы, образованные боковыми цепями аминокислот валина, фенилаланина и лейцина. Боковые цепи лизина и аргинина также наружные.

Данные рентгеноструктурного анализа лизоцима хорошо согласуются с данными о последовательности аминокислот, полученными химическими методами. Было установлено также, что молекула лизоцима пред-

ставляет собой эллипсоид с размерами 45 × 30 × 30 Å. Лизоцим — второй после рибонуклеазы фермент, строение которого раскрыто так полно.

АКТИВНЫЕ ГРУППЫ ЛИЗОЦИМА

Флеминг установил, что наиболее быстро лизоцим растворяет оболочки желтого кокка, который поэтому так и называли — *Micrococcus lysodeicticus*, т. е. поддающийся лизису. В составе оболочки этого микроорганизма были обнаружены вещества довольно сложной природы, состоящие из двух производных сахаров: N-ацетилглюкозамина и N-ацетилмураминовой кислоты. На рис. 3 показано строение выделенного из *M. lysodeicticus* тетрасахарида, построенного из двух молекул N-ацетилглюкозамина и N-ацетилмураминовой кислоты. Лизоцим гидролизует этот тетрасахарид на две

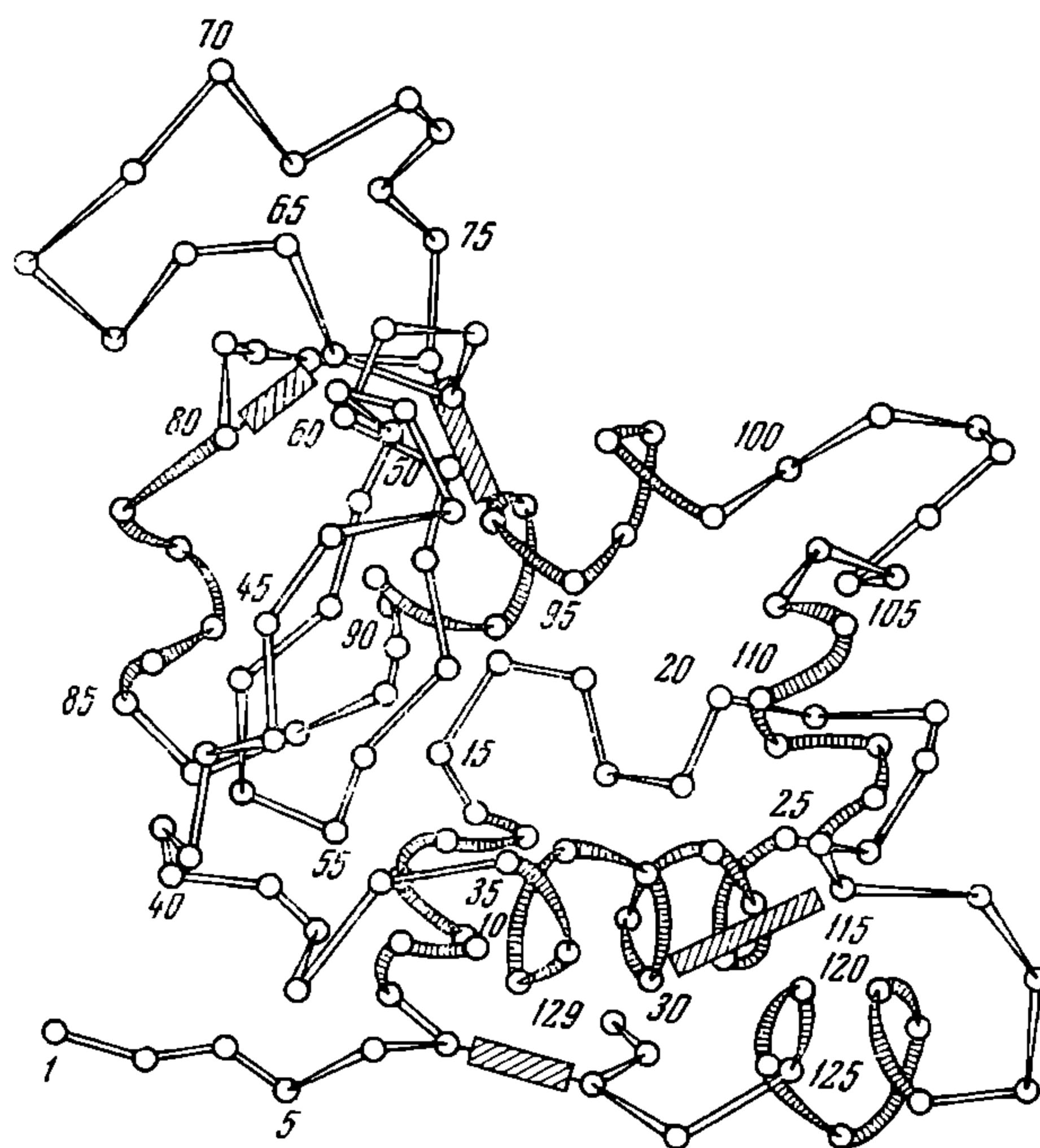


Рис. 2. Вторичная структура лизоцима. 55 из 129 аминокислотных остатков составляют спиральные участки полипептидной цепи. Они обозначены утолщенными заштрихованными линиями. Дисульфидные мостики в молекуле лизоцима либо замыкают спиральные участки полипептидной цепи, либо расположены рядом с ними. Цифрами обозначены номера аминокислот в полипептидной цепи лизоцима

¹ См. С. С. F. Blake et al., «Nature», v. 208, 1965, № 4986, p. 757.

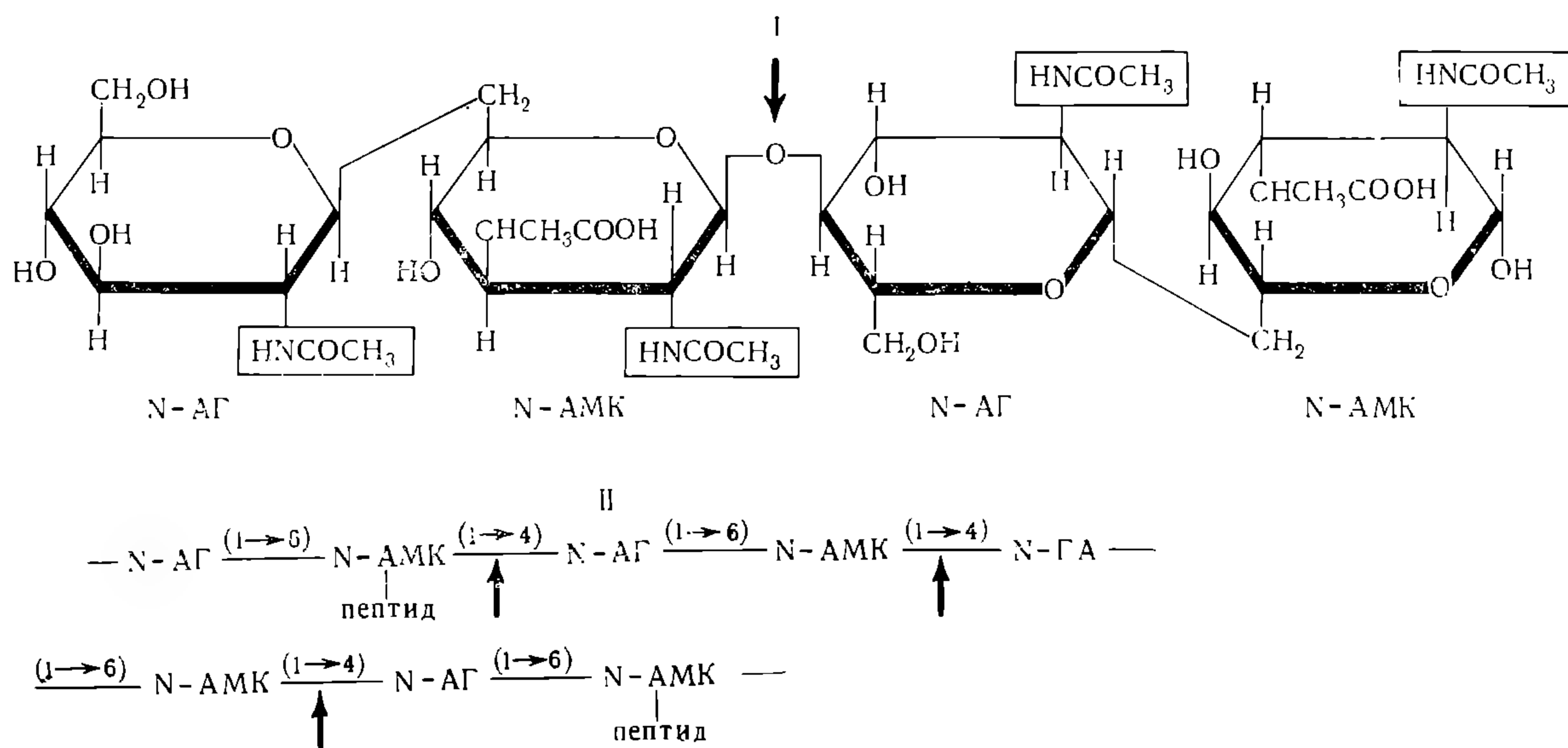


Рис. 3. Строение тетрасахарида из желтого кокка *Micrococcus lysodeicticus* (I) и схема строения мукополипептида (II). Стрелками указаны связи, которые разрывает лизоцим. N—АГ обозначает N-ацетилглюкозамин, а N-АМК — N-ацетилмурамин. При действии лизоцима гидролизует только β -гликозидная связь (1—VI). Для проявления активности лизоцима важно присутствие N-ацетильной группы в молекуле субстрата. На рисунке она обведена рамкой

половинки, разрывая β (1→4) гликозидную связь¹. Аналогичным образом действует лизоцим и на более сложные полимеры такой же природы, из которых состоят клеточные оболочки ряда микробов. Кроме того, лизоцим гидролизует хитин — полимер N-ацетилглюкозамина, широко распространенный в природе и входящий в состав клеточных стенок некоторых микроорганизмов, грибов и водорослей, а также составляющий твердую основу крыльев и панциря насекомых. На хитин лизоцим действует, однако, довольно слабо.

Некоторые вещества, например мономеры и димеры N-ацетилглюкозамина, образуют относительно прочные соединения с лизоцимом, закрывают «активный центр» и не дают проявиться его активности. Лизоцим, предварительно ими обработанный, теряет частично или полностью способность растворять оболочки микробов и убивать их. Такие вещества, структурные аналоги субстратов, называют конкурентными ингибиторами. При изучении влияния конкурентных ингибиторов на активность лизоцима, было сделано заключение,

что для проявления активности данного фермента важную роль играют N-ацетильные группы молекулы субстрата.

Как уже было сказано, в состав лизоцима входит 129 аминокислотных остатков, имеющих в боковых цепях много аминных, карбоксильных, амидных, гидроксильных и других групп, которые могут иметь определенное значение при взаимодействии лизоцима с полисахаридами, которые он расщепляет. Чтобы выяснить этот вопрос, препарат фермента подвергают различным химическим и физическим воздействиям, учитывая, какие группы в молекуле белка изменяются, и затем проверяют его активность. Например, после окисления лизоцима, которое оказывает влияние на остатки цистина, метионина и триптофана, происходит полная инактивация фермента. То же самое происходит и при фотоокислении, когда изменяется имидазольное кольцо единственного остатка гистидина и остатки ароматических аминокислот. Замена положительного заряда ϵ -аминогрупп лизина на отрицательный также приводит к потере активности лизоцима. На основе этих и подобных им данных было сделано заключение, что в состав активного центра лизоцима входят гистидин и триптофан.

¹ См. P. Jollès. «Angew. Chem.», v. 76, 1964, № 1, 20.

Исследования, проведенные в Институте органической химии АН СССР под руководством Е. Д. Каверзневой¹, дали другие результаты. При избирательном блокировании гистидина подуксусной кислотой, когда не нарушается конформация молекулы фермента, активность лизоцима даже повышается. Таким образом было установлено, что плизин не входит в состав активного центра лизоцима.

Очень интересные результаты были получены при рентгеноструктурном изучении лизоцима, связанного с субстратами или ингибиторами². Были получены доказательства того, что субстраты и конкурентные ингибиторы действительно присоединяются к одному и тому же месту молекулы лизоцима.

¹ См. Н. А. Кравченко, Г. В. Клеопина, Е. Д. Каверзнева. «Биохимия», 1965, т. 30, стр. 195, 713.

² См. L. N. Johnson, D. C. Phillips. «Nature», v. 206, 1965, № 4986, p. 761.

Разрешение в 6 Å позволило определить даже аминокислотные остатки в этой области полипептидной цепи лизоцима. Имми оказались единственным остаток гистидина и три остатка триптофана. Поскольку гистидин не принимает непосредственного участия в образовании фермент-субстратного комплекса, главная роль в этом отношении принадлежит, по-видимому, триптофану.

Очень интересные данные о строении активного центра лизоцима не означают, что остальные аминокислотные остатки не имеют никакого значения для его активности. Напротив, на основе полученных результатов можно заключить, что все другие аминокислотные остатки определяют и поддерживают ту сложную конформацию молекулы лизоцима, при которой только и возможно ее взаимодействие с субстратом и, следовательно, проявление активности фермента.

УДК 577.15



А. В. Антипова

КАНАДА

Природа и естественные ресурсы
Изд-во «Мысль», 1965, 320 стр.

ц. 1 р. 17 к.

Канада — по площади одна из крупнейших стран мира. Как и в Сибири, здесь поднимаются грандиозные горные хребты и расстилаются обширные равнины, есть вечные снега, ледники и полусасушливые степные области, дремучие заболоченные таежные леса и цветущие горные долины. Недра страны хранят огромные запасы полезных ископаемых, а реки богаты гидроэнергией. Однако эти богатейшие естественные ресурсы освоены еще слабо. В хозяйстве страны, несмотря на общий высокий уровень развития ее экономики, преобладают отрасли, занятые добычей и первичной переработкой минерального

сырья, а также продуктов сельского и лесного хозяйства.

Монография советского ученого знакомит с отдельными компонентами природной среды и дает им оценку с точки зрения освоения территории, сопровождая их живыми примерами влияния природных условий на жизнь и хозяйственную деятельность человека.

С большим интересом читаются главы о строении поверхности, водах, почвенно-растительном покрове и животном мире. Автор рассказывает об огромных участках почв, подвергающихся эрозии из-за неправильных методов обработки, и о тысячах гектаров леса, ежегодно сгорающего из-за недостаточной охраны.

Автор обращает внимание читателя на то, какими путями канадские ученые и практики пытаются решить проблему использования территории в целом и какие методы применяются ими в каждом конкретном случае

для восстановления, охраны и дальнейшего использования таких естественных ресурсов как воды, почвы, леса, рыбные и пушные богатства. Канадский опыт в этом отношении для нас интересен.

К сожалению, автор касается геологии Канады только в связи с рельефом и полезными ископаемыми, отказываясь от рассмотрения геологического строения страны в целом. Вряд ли можно говорить об истощении месторождения Садберн (стр. 66), хотя оно и разрабатывается с 1886 г.; сейчас вовлекаются в добычу все новые более бедные участки этого уникального месторождения, и оно до сих пор дает больше 1/4 продукции горнорудной промышленности Канады. Более полным хотелось бы видеть и региональный раздел книги.

Л. Н. Карпов

Кандидат географических наук

Москва

РУССКИЙ РАДИЙ

Э. П. Либман

Москва

В начале 1911 года, в Петербурге, в старинном Таврическом дворце, заседала III Государственная дума. Бурно проходило обсуждение сметы министерства народного просвещения. На министра Кассо, отличавшегося крайней реакционностью, сыпались заслуженные укоры, кстати и за то, что он безучастно относится к радиевой проблеме, являющейся «вопросом русской науки и русского будущего». Это был тот самый Кассо, который объявил В. И. Вернадского и других передовых профессоров уволенными из Московского университета¹.

Несколько ранее, в декабре 1910 г., на торжественном заседании Академии наук акад. В. И. Вернадский в крайне интересной речи «Задача дня в области радия» выдвинул ряд вопросов не только теоретического, но и практического характера. Очерчивая проблему радия и задачи русской науки, Вернадский дал понять, что в явлениях радиоактивности открываются «источники атомной энергии, в миллионы раз превышающие все те источники сил, какие рисовались человеческому воображению» и перед которыми «по силе и значению бледнеют сила пара, сила электричества, сила взрывчатых химических процессов». Ученый и патриот смело заявил, что «когда человечество вступает в новый век атомной энергии, мы, а не другие, должны знать, должны выяснить, что хранит в себе в этом отношении почва нашей родной страны»².

На заседании думы, о котором шла речь, был остро поставлен вопрос об ассигнованиях на организацию работ по исследованию в области радия. Но только в следующем,

¹ В 1911 г. в знак протеста против реакционных мер министра просвещения Кассо подали в отставку более ста профессоров и преподавателей Московского университета, в числе которых был и В. И. Вернадский.

² «Изв. АН», 1911, т. 1, № 1, стр. 61—72.

1912 году, эти средства были выделены¹.

У каждого, кто листает старые страницы, говорящие о том, как складывалась в ту пору работа В. И. Вернадского по проблеме национального радия, вызывают живой интерес документы, почти или совсем неизвестные широкому кругу читателей. Эти материалы рисуют исключительно важную роль Общества содействия успехам опытных наук и их практических применений им. Х. С. Леденцова. Это научно-общественное учреждение неизменно оказывало финансовую помощь В. И. Вернадскому для исследований в области радия.

В этой связи достойно особого внимания наших современников письмо В. И. Вернадского от 2 февраля 1911 г. к заместителю председателя Совета Леденцовского общества, заслуженному профессору физики Московского университета Н. А. Умову.

«Глубокоуважаемый Николай Алексеевич! Через Академию наук я направил Вам 25 экземпляров моей записки «О необходимости исследования радиоактивных минералов Российской империи». Теперь отправляю Вам 25 экземпляров отдельных оттисков речи моей «Задача дня в области радия». Очень прошу Вас раздать их членам Леденцовского общества, которым Вы сочтете нужным.

Из этих моих записок ясно вытекает план предполагаемого мной исследования радиоактивных явлений на территории нашего отечества. Работа эта является, по моему глубокому убеждению, одной из насущных в настоящее время в области минералогии, потребует много средств, времени и сил — но сверх того она требует быстрого и организованного исполнения подготовительных работ, неизбежных для выяснения запасов и условий нахождения радиоактивных веществ.

Я решаюсь просить Леденцовское общество помочь мне в исполнении этой работы.

Императорская Академия наук, по моему предложению, обратилась к правительству с просьбой

¹ Изучение месторождений радиоактивных минералов было начато Академией наук в 1911 г. на средства, пожертвованные для этой цели частными лицами.

об ассигновании средств, необходимых для организации экспедиции и разведок в текущем году для исследования радиоактивных и близких им веществ и радиоактивных явлений в Фергане, Ильменских горах, Кавказе и Западной Сибири.

Но эти исследования, как ясно видно из моей записки, составляют лишь часть работы. Одновременно должна быть произведена работа в лаборатории. Эта работа неизбежно двойного рода — с одной стороны, она заключается в изучении явлений радиоактивности, но с другой стороны, она связана с исследованием свойств природных соединений тора, урана, редких земель, благородных газов. Наши знания в этой области в настоящее время в высшей степени незначительны, а между тем они должны быть положены в основу всех наших поисков радиоактивных руд и всех наших соображений о распространении радиоактивных тел в земной коре. Работа эта должна быть выполнена в возможно быстрый срок и ее исполнение не менее важно, чем непосредственные изучения явлений радиоактивности.

Обдумывая характер быстрого и планомерного исполнения этой работы, я остановился в конце концов на исследовании спектроскопии минералов.

В течение двух лет я работаю над СПЕКТРОСКОПИЕЙ МИНЕРАЛОВ ЗЕМНОЙ КОРЫ и некоторые мои результаты уже опубликованы (в «Известиях Академии наук» за 1908—1911, «Трудах Геологического музея Академии наук» за 1908, «Comptes Rendus» Парижской Академии наук за 1910).

Для ведения этой работы необходимы одновременные исследования одного и того же тела в кислородно-газовом (или водородном) пламени, спектра искры, вольтовой дуги, спектра ультрафиолетовых лучей, когда нужно, — спектров поглощения и флуоресценции. Для этого необходимо: во-первых, возможно меньше вводить в данную работу посторонних веществ и, во-вторых, изучать разные спектры одного и того же тела.

— Я думаю, что в течение двух лет при систематической работе этого рода получатся данные, которые выяснят основные черты парагенезиса химических элементов земной коры, если материал для работы будет выбираться научно правильно, т. е. в связи с минералогическими и геологическими указаниями. При этой работе, вещества, связанные с явлениями радиоактивности, выступают на первый план. Я думаю, что, исходя из данных, будет возможность более прочных указаний для истории радия и его аналогов в земной коре, чем те очень шаткие соображения, какие мы имеем в настоящее время.

Для этой работы необходима особая комбинация спектроскопов. Обращаюсь к Леденцовскому обществу с просьбой дать мне средства, нужные для приобретения: во-первых, несколько спектроскопов разных систем с теми в них изменениями, какие я считаю нужным сделать для данной работы, во-вторых, приспособлений для фотографической и измерительной работы со спектрами и, в-третьих, приспособлений для организации архива спектров земной коры. Вместе с тем я желал бы иметь рублей 600 для оплаты труда помощников в этой работе. Всего для этого я считал бы необходимым иметь в своем распоряжении для этой цели 3 600 рублей.

Обращаясь к Леденцовскому обществу с ходатайством об ассигновании этой суммы, прошу не отказать уведомить меня, по возможности скорее, о решении, так как благодаря уходу из университе-

та, у меня освобождается больше времени для научной исследовательской работы раньше, чем я думал.

С глубоким уважением и преданностью
Ваш В. Вернадский¹

Предложение В. И. Вернадского, открывавшего для Леденцовского общества новую область деятельности, Совет встретил с большим интересом. Вот что по этому поводу пять дней спустя — 8 февраля — с протокольной точностью напечатано в опубликованном от времени журнале заседаний Совета общества:

«По докладу Н. А. Умова слушали заявление проф. Вернадского о намеченных им исследованиях радиоактивных пород на территории России и о связанных с ними лабораторных работах по спектроскопии минералов. Сущность и план намеченных работ очерчены в представленных трудах: «О необходимости исследования радиоактивных минералов Российской империи» и «Задача дня в области радия».

Проф. Вернадский обращается к Обществу имени Х. С. Леденцова с просьбой об ассигновании в течение сего 1911 года... 3600 р.

Постановили: ввиду высокой научной важности и национального значения намеченных исследований — ассигновать испрашиваемую сумму в полном размере — 3600 р. ...»².

Эта почти забытая история послужила своего рода прологом к реальным событиям, развернувшимся позднее, уже при Советской власти. Вскоре после победы Октября была поставлена задача, чтобы Россия по проблемам радиохимии и радиофизики не отставала от передовых в научно-техническом отношении стран мира.

«Среди наук о природе внимание Ленина особенно привлекала физика», — отмечал акад. С. И. Вавилов. Тогда же, по предложению В. И. Ленина, при Высшем Совете Народного Хозяйства (ВСНХ) был создан Отдел химической промышленности. В пору, когда мы знали, если можно так сказать, лишь азбуку проблемы русского радия, в состав Отдела вошли и развернули работу Секция радиоактивных веществ и редких металлов, Подотдел по исследованию радиоактивных веществ и Радиевая лаборатория.

Основоположник советской школы радиохимиков акад. В. Г. Хлопин имел все основания утверждать, что начиная с 1918 г. в России наступает период «расцвета науч-

¹ ЦГАМ, ф. 224, оп. 1, д. 204, лл. 1—3 об. (автограф).

² ЦГАМ ф. 224, оп. 1, д. 25, л. 6, об. 7.

ной мысли, в частности в области радиоактивных элементов и явлений радиоактивного распада»¹. Но уже в мае 1918 г. возникла угроза вторжения немецких войск в Петроград. Видные ученые, в том числе А. Е. Ферсман, обратились в Совет Народных Комиссаров с предложением о «незамедлительной эвакуации из Петрограда (на ст. Солеварни, Пермской губ.) всего секвестрованного сырья, как представляющего большую ценность и могущего в случае правильной постановки дела его переработки дать то количество соединений радия, которое обеспечит на первое время возможность работ в этой важной отрасли знания... Сырью, пока оно находится в Петрограде, угрожает несомненная опасность, вследствие большого интереса к радия, проявляемого со стороны Германии»².

Вскоре было получено распоряжение Совнаркома о вывозе радиевого сырья из русской столицы.

Из всего имевшегося сырья — руды и радиоактивных остатков в количестве 12 000 пудов — по расчетам радиологов можно было добыть до 2,3 г радия, считая на металл. Необычайно низкое содержание в руде тория (меньше 0,01 %) существенно повышало ее ценность. Полный химический анализ выяснил, что извлекаемый из данной руды радий содержит столь незначительное количество мезотория, что активность радия практически становится постоянной и, следовательно, может использоваться в качестве эталона.

В обстановке развернувшейся гражданской войны, иностранной интервенции и блокады, в условиях разрухи В. И. Ленин находил время для решения многих научно-организационных вопросов, давших толчок практическому единению советской науки с народным хозяйством. Наглядная иллюстрация тому — подписание В. И. Лениным 30 июля 1918 г. Постановления Совета Народных Комиссаров об отпуске ВСНХ средств для организации пробного химического завода по извлечению концентрированных соединений радия из сырья, которым дотоле не пользовалась мировая техника. Хотя завод был назван «пробным», он по своим размерам ничем не должен был отличаться «от настоящей заводской установки, обычно

принятой в радиевой промышленности»¹. Тогда же были отпущены средства на строительство этого радиевого завода и началась реализация новой для того времени научно-технической проблемы отечественного радия.

Слава к рожденному Октябрьской революцией русскому радия пришла рано — к четырехлетнему юбилею Советской власти. Настал день, когда В. Г. Хлопин собственноручно запечатал в стеклянную трубочку первый препарат бромистой соли радия из русского сырья. Этот сенсационный факт, широко подхваченный прессой, знаменателем, что подводил прочное основание нарождавшейся отечественной радиевой промышленности, в связи с чем открылись новые возможности научных исследований по радиологии и изучению явлений естественной радиоактивности в нашей стране.

При организующей роли В. И. Ленина, на грани 1921—1922 гг. в Петрограде учреждается новый центр исследований по радиоактивности и редкоземельным элементам. Это — Государственный радиевый институт (ГРИ). Прямо поразительно, каким образом удалось в истощенной двумя войнами стране широко развернуть деятельность ГРИ и в его составе физического, химического, геохимического и минералогического отделов.

В исследовательской работе ГРИ сочетались самые различные вопросы государственной важности: научные и прикладные исследования естественной радиоактивности; смежные с нею дисциплины; познание вновь открытых месторождений радия и редкоземельных элементов; изыскание новых источников сырья; разработка технических способов извлечения радиоэлементов в заводских условиях и т. д. Радиевый институт и по своей организации, и по составу научных сил, и по объему и глубине охвата задач, и по своим достижениям стоял несомненно в первом ряду подобных радиологических центров развитых стран Европы и Америки.

Заслуживает упоминания, что еще в феврале 1922 г. директор ГРИ В. И. Вернадский в обстоятельной записке в Совет Народных Комиссаров ставил ряд научно-организационных вопросов по использованию радиевой руды. Он писал, что «Радиевый завод и рудник, который должен быть тесно связан с заводом, нельзя рассматривать чисто промышленными предприятиями»

¹ В. Г. Хлопин. Радий и радиоактивность в СССР, 1928, стр. 4.

² ЦГАНХ СССР, ф. 3429, оп. 60, д. 16, лл. 96—97.

¹ ЦГАНХ СССР, ф. 3429, оп. 60, д. 16, л. 6.

ми и подходить к ним с такой точки зрения. Завод, как вырабатывающий радий и имеющий дело с радиоактивным сырьем, является прежде всего и главным образом предприятием научного характера ввиду огромнейшего ныне научного интереса и значения для изучения радиоактивных элементов и сырья». В. И. Вернадский рекомендует в связи с этим узаконить положение, при котором «радиоактивное сырье и месторождения в России... находятся в ведении и учете Государственного Радиевого института при Российской Академии наук. Разработка их может происходить только с его разрешения и при его контроле с научной точки зрения». И далее, «весь радий, получаемый из русского сырья, является государственным достоянием, поступает на учет и в ведение Российской Академии наук и хранится в Государственном Радиевом институте. Распределение и использование его производится Российской Академией наук»¹.

Рекомендации В. И. Вернадского встретили положительную оценку, их горячо поддержал М. Н. Покровский, в то время заместитель Наркома просвещения, а управделами Совнаркома Н. П. Горбунов направил записку в Президиум ВСНХ «на срочное рассмотрение».

Вскоре В. И. Вернадский уехал в заграничную научную командировку (1922—1926

гг.), руководство ГРИ перешло к А. Е. Ферсману. Перед институтом встала задача изучения недр нашей земли, поиска новых месторождений с радиоактивными минералами.

Летом 1922 г. в исключительно напряженной обстановке, геохимический и минералогический отделы ГРИ совместно с ВСНХ успешно осуществили экспедиционные работы по углубленному изучению месторождения. Оно должно было стать сырьевой базой радиевого завода.

Акад. А. Е. Ферсман и проф. Д. И. Щербаков, руководивший минералогическим отделом ГРИ, возглавили всю научную работу в области познания минерально-сырьевых ресурсов радия в СССР и наращивания их запасов. В те годы А. Е. Ферсман, отдавая должное достижениям ГРИ, писал: «Только сейчас, после изучения нашими учеными, можно говорить о значительных богатствах радиевых руд России. Подробные работы над изучением этих руд проведены Радиевым институтом»¹.

Таким образом, уже в первые годы Советской власти, благодаря заботам государства, В. И. Ленина, о развитии науки, удалось поставить на высокий уровень решение сложнейшей радиевой проблемы, что в последующие годы привело к огромным достижениям ядерной физики в СССР.

УДК 546.432

¹ ЦГАНХ, ф. 3429, оп. 5, д. 175, лл. 4—5 об.

¹ «Петроградская правда», 1923, № 292.

— ПОРЯДОК — СОБЛЮДИТЕ — ПОРЯДОК —

ХИМИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПОВЕДЕНИЯ

Беспрерывно увеличивается число исследований, посвященных влиянию различных химических веществ на поведение животных. Д-р Алан Фишер (США) изучал воздействие различных веществ на поведение крыс при введении этих веществ непосредственно в мозг. Среди исследуемых веществ был метилтестостерон (мужской половой гормон). Введение его в определенную область мозга (близ центра переднего гипоталамуса) вызывало у большинства самцов резкое повышение сексуальной активности. Когда же это вещество вводилось точно в центр гипоталамической обла-

сти, результат оказывался неожиданным и удивительным: у самцов возникало «материнское» поведение, характерное для самок крыс после рождения потомства. Самцы начинали строить гнезда и заботились о новорожденных крысятах, если их в это время подкладывали в клетку.

У самок крыс метилтестостерон вызывал сексуальное поведение, характерное для самцов, причем эффект однократного введения вещества длился 8 недель. Электрическая стимуляция или введение других веществ в ту же область мозга подобного эффекта не вызывали.

На основании этих экспериментов А. Фишер высказывает мысль, что различия в сексуальном поведении обусловлены скорее различием гормонов, чем нейронных систем. В период раннего детства гормоны играют, очевидно, организующую роль, определяя преимущественное развитие нейронных систем, которые обеспечивают определенный тип сексуального поведения. В то же время в определенных условиях некоторые животные могут проявлять поведение, свойственное противоположному полу.

Э. М. Рутман
Москва



ФОРМЫ СТИМУЛЯЦИИ У РАСТЕНИЙ

Профессор Петр Илиев

Институт физиологии растений им. М. Попова (София)

Явления стимуляции у растений известны очень давно; уже у древних авторов встречается описание некоторых методов, применявшихся в земледелии того времени. Но несмотря на многовековую историю, стимуляция как биологическое явление и сегодня остается не вполне выясненной, и ее характер, а иногда и само существование, все вызывает споры. Попытки перейти к практическому применению методов стимуляции без теоретического обоснования этого явления не принесли особых успехов, хотя и не были вполне безрезультатны. Что же скрывается за столь долгими и утомительными спорами?

ПРАКТИКА ОПЕРЕЖАЕТ ТЕОРИЮ

В науке нередки случаи, когда теоретическое объяснение каких-нибудь явлений продвигалось медленно, а практика в это время уже разрабатывала свои методы и с успехом их использовала. Это относится, например, к истории изобретения электричества. Да и в биологической науке таких примеров немало. Например, люди давно использовали на практике гибридизацию, особенно животных, хотя ее закономерности были изложены Грегором Менделем в элементарном и схематичном виде только в 1865 г. Объяснения явления гетерозиса были весьма различны, и общепринятой теории для их истолкования вообще не существовало, но, не взирая на это, использование гетерозиса давно нашло широкое применение в практике земледелия.

ПРАВИЛО АРНТ — ШУЛЬЦА

Большинство исследователей и сейчас продолжает считать, что явление стимуляции не представляет собой сложности, и проблема решается путем установления оптимальной дозы воздействия каждого отдельного вещества или физического фактора. Научной основой такого понимания

вопроса служит известное в фармакологии правило Арнт — Шульца о влиянии доз отравляющих веществ. Согласно этому правилу, отравляющие вещества, в зависимости от дозы, оказывают на организм стимулирующее, ингибирующее, подавляющее или смертельное действие. Именно это правило и воспринимается большинством исследователей как исходный пункт для объяснения стимуляции. В фармакологии, где эффект, наступает непосредственно после воздействия, правило Арнт — Шульца бесспорно, хотя с точки зрения его биологического значения и слишком упрощенно. Явления же стимуляции более длительны, и часто эффекта приходится ждать 2—3, а иногда и 7—8 месяцев. Очевидно, что в этом случае правило Арнт — Шульца неприменимо.

С 1914 г. и до конца своей жизни явления стимуляции подробно изучал видный болгарский биолог, акад. Методий Попов. Он разработал ряд практических методов, из которых некоторые и сегодня не потеряли своего практического значения. Историческая заслуга М. Попова состоит в том, что он как никто до него поставил изучение и применение стимуляции на научную основу и сделал попытку дать им теоретическое объяснение. Для этого М. Попов, со свойственными ему эрудицией и опытом, использовал

некоторые новые в то время области науки, например, биохимию и атомную физику. Однако при изучении стимуляции М. Попов не смог вполне преодолеть влияние правила Арнт — Шульца и в своих теоретических построениях взял его за основу. Это привело к тому, что он рассматривал стимуляцию как нечто статичное, как явление, возникающее в момент воздействия и неизменно сохраняющееся до конца индивидуального развития.

РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА

В настоящее время в физиологии растений большой популярностью пользуется направление, объясняющее стимуляцию как результат действия различных регуляторов роста. История этого понятия не нова. На существование регуляторов роста обратил внимание еще Дарвин (1850). Этот взгляд оспаривался некоторыми видными физиологами, в том числе К. А. Тимирязевым, и был вульгаризирован некоторыми немецкими физиологами. Гипотеза о существовании регуляторов роста получила сильную поддержку с раскрытием Ф. Кеглом и его сотрудниками (1934) химического состава гетероауксина. Это вещество действительно обладает свойствами влиять на рост и увеличение клеток растений. Однако вскоре увлечение веществами роста прошло, поскольку стало ясно, что многие вещества, не являющиеся родственными ауксинам и не образующиеся в растениях, могут влиять на их рост. Поэтому первоначальное название «вещества роста» было заменено названием «регуляторы роста», чтобы показать, что эти вещества сами не обуславливают роста растений, но могут на него влиять.

По нашему мнению, теория регуляторов роста может успешно объяснять некоторые, более частные случаи стимуляции, главным образом, на уровне органов: например, усиление корнеобразования у черенков, ускорение созревания и увеличение размера плодов фруктовых деревьев и т. д. Эта теория, однако, не в состоянии объяснить такого длительного проявления общефизиологической стимуляции, какое имеет место при предпосевной обработке семян.

Общефизиологическая стимуляция, затрагивающая весь рост и все онтогенетическое развитие растения, представляет собой классический случай, на который люди обратили внимание еще в древности и к которому с вниманием относятся и сегодня. Такая

стимуляция имеет необычайно важное практическое значение. Именно этому аспекту ее и отдал 40 лет своей научно-исследовательской деятельности болгарский ученый Методий Попов. Независимо от успехов, достигнутых при помощи регуляторов роста, заслуживающих самого пристального внимания, изучение общефизиологической стимуляции также должно быть продолжено.

НАДЕЖДА НА БИОХИМИЮ

Объяснений общефизиологической стимуляции долгое время ждали от биохимии. Сам М. Попов создал гипотезу, согласно которой она связана с восстановительными свойствами стимуляторов. Позднее, когда он установил, что в качестве стимуляторов могут быть использованы и вещества, которые по своей природе нельзя считать восстановителями, он должен был отказаться от этой гипотезы.

Более поздние попытки объяснить стимуляцию путем исследования изменений, вызываемых некоторыми ферментами и ферментными системами, принесли мало пользы: было установлено, что под влиянием такого воздействия меняются не только отдельные биохимические процессы, но и весь биохимизм растения в целом. Использование же случайных биохимических показателей свело вопрос к «биохимическому эмпиризму». Все это заставило нас искать новых путей.

Каждый, кто изучал явление общефизиологической стимуляции, рано или поздно убеждался в том, что в характере реакций у различных растений или в реакциях, вызванных различными агентами, много общего. Так сложилось убеждение, что в различных стимуляционных влияниях преобладает общая неспецифическая сущность этих явлений; частное же специфическое отличает отдельные влияния, но не отрывает их друг от друга. Каким-нибудь одним химическим веществом, например, бромистым калием, можно оказать приблизительно одинаковое влияние на различные виды растений.

Очевидно, в основе стимуляции лежит нечто, свойственное живой материи вообще, и проявляющееся сходным образом у различных видов растений. Это — **р а з д р а ж и м о с т ь**, проявление которой характеризуется, прежде всего, не специфическими, а общими изменениями, например, скоростью протекания процессов обмена, биоэлектрическим потенциалом, коллоидальным состоянием протоплазмы и т. д. Поэтому изучение

явлений стимуляции должно идти не по линии отдельных, часто случайных биохимических показателей, а по линии сопряженных биохимических процессов, могущих дать представление об изменении общей скорости обмена. Во многих отношениях здесь предпочтительно изучение таких интегральных физиологических явлений, как рост, в котором суммируется общий эффект изменения скорости процессов обмена. Не случайно стимуляцию чаще всего определяют как «усиление роста». Хорошие результаты можно получить, если рост исследуется параллельно с каким-нибудь другим процессом, отличающимся большей скоростью и подвижностью, и могущим поэтому давать более подробные факты об изменениях в функциональном состоянии растения, подвергающегося воздействию. В качестве такого показателя мы выбрали дыхание.

Длительные исследования убедили нас в том, что явления стимуляции необходимо изучать во время их проявления: при таком подходе приходится полностью отказаться от мнения о статичности и прямом их проявлении, и начать изучение хода изменений, наступающих в росте, дыхании и пр. Это заставляет отбросить обычно применяемые методы однократного определения результатов и перейти к методам изучения динамики процессов. В таком направлении мы и внесли изменения во все лабораторные методы, в полевые и вегетационные опыты, приспособив их к изучению динамики явлений. Благодаря этому обнаружили принципиально новые явления.

Было установлено, что реакция растений на кратковременные воздействия весьма сложна; ход ее изменчив, а не однообразен и устойчив. В связи с этим была обнаружена разница между начальным эффектом примененной дозы и более поздним результатом воздействия.

ДВЕ ФОРМЫ СТИМУЛЯЦИИ

Проведя множество опытов и подробно изучив динамику роста растений при кратковременном воздействии и без воздействия, мы к концу 1960 г. установили, что существуют две формы стимуляционного воздействия на растения: начальная и вторичная, что находится в полном противоречии с господствующим представлением о стимуляции, как длительном подъеме функционального состояния и роста, сопровождающем воздействие оптимальной дозой (рис. 1).

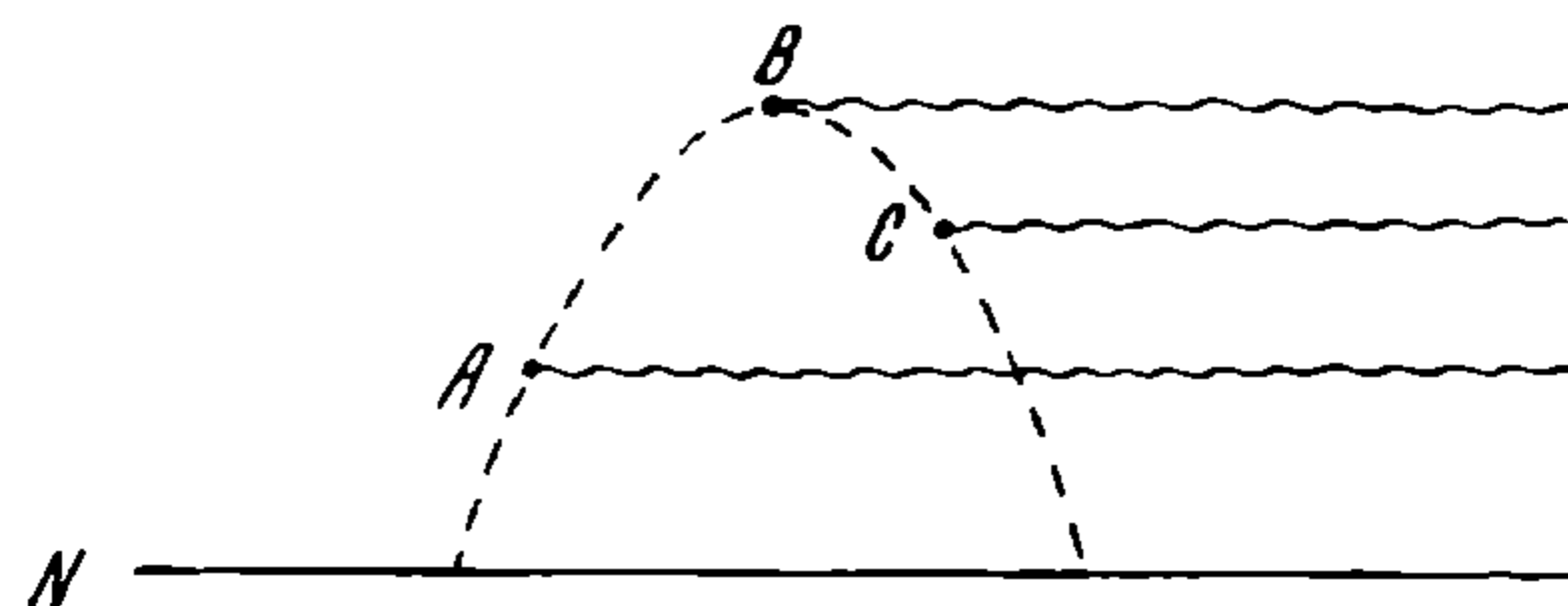


Рис. 1. Схема хода стимуляции, основанная на правиле Арнт — Шульца: N — норма, A — субдозированная стимуляция, B — оптимальная стимуляция, C — супердозированная стимуляция

Начальная стимуляция характеризуется усилением роста растений, не имеющим устойчивого характера; после достижения известного максимума, нарастание начинает уменьшаться по силе и скорости, и эффект, полученный в результате воздействия, постепенно теряется (рис. 2). Начальная стимуляция вызывается кратковременными воздействиями сравнительно низкой интенсивности.



Рис. 2. Предполагаемый ход начальной стимуляции (Илиев, 1961 г.)

Вторичная стимуляция есть переход от подавления к стимуляции, или точнее, преодоление подавления, принимающего форму стимуляции (рис. 3). Подавление роста, с которого начинается эта форма, наблюдали и другие исследователи, но до сих пор вторичная форма не описывалась как нечто целое и не включалась в теоретическое объяснение явлений стимуляции. Это форма, которая вызывается кратковременным воздействием более высокой интенсивности.

Если определять место стимуляции в ряде других явлений в жизни растений, то

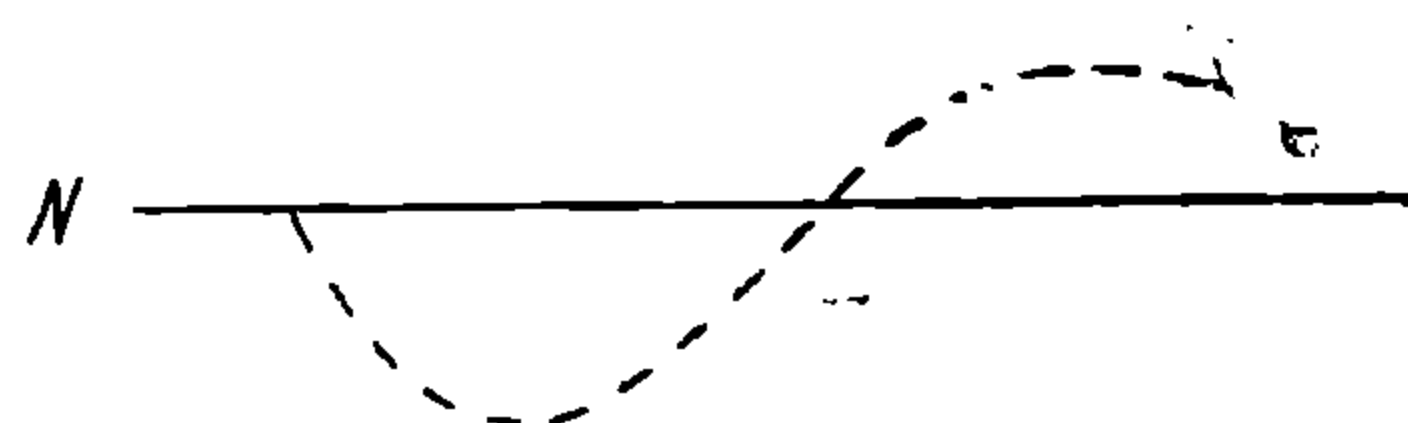


Рис. 3. Предполагаемый ход вторичной стимуляции (Илиев, 1961 г.)

порядок получится следующий: норма (включающая проявление относительно слабых раздражений, с незначительными и непродолжительными изменениями) — начальная стимуляция — вторичная стимуляция — устойчивое подавление — смертность (рис. 4). Эта схема позволяет определить место явлений стимуляции среди остальных проявлений жизни растений и показать связь между отдельными состояниями и возможность перехода из одного состояния в другое, в зависимости от интенсивности применяемого воздействия. Преимущество этой схемы состоит в том, что она изображает состояния в их проявлении во времени, а не как нечто статичное.

Объяснить установленные нами две формы стимуляции с точки зрения правила Арнт—Шульца совершенно невозможно. Точно так же невозможно объяснить эти две формы и с чисто биохимической точки зрения.

Неправильная трактовка стимуляции как самостоятельно протекающей биохимической реакции дала основу неверной точке зрения, что «стимулятор» своим специфическим биохимическим действием и своим энергичным толчком поднимает на продолжительное время всю живую систему на значительно более высокий функциональный уровень. В том, что специфическое биохимическое действие стимулятора слишком переоценивается, нетрудно убедиться, если учесть тот факт, что выраженные явления стимуляции могут быть получены путем чисто энергетических воздействий.

Еще интереснее утверждение, что стимулятор может на продолжительное время поднять функциональное состояние живой системы. Действительно, в физиологии известно, что возбудитель, обладающий низким энергетическим потенциалом, может вызвать реакцию со значительно большим расходом энергии. Однако это верно для отдельной реакции, но совершенно невозможно, когда дело касается продолжительного функционального подъема организма в целом. Так как положения, использовавшиеся до сих пор для обоснования явлений стимуляции, не в состоянии объяснить обеих описанных нами форм влияний, пришлось искать новое объяснение, и оно было найдено экспериментальным путем.

Лабораторными опытами было установлено, что функциональное состояние молодых растений ржи, вызванное путем изме-

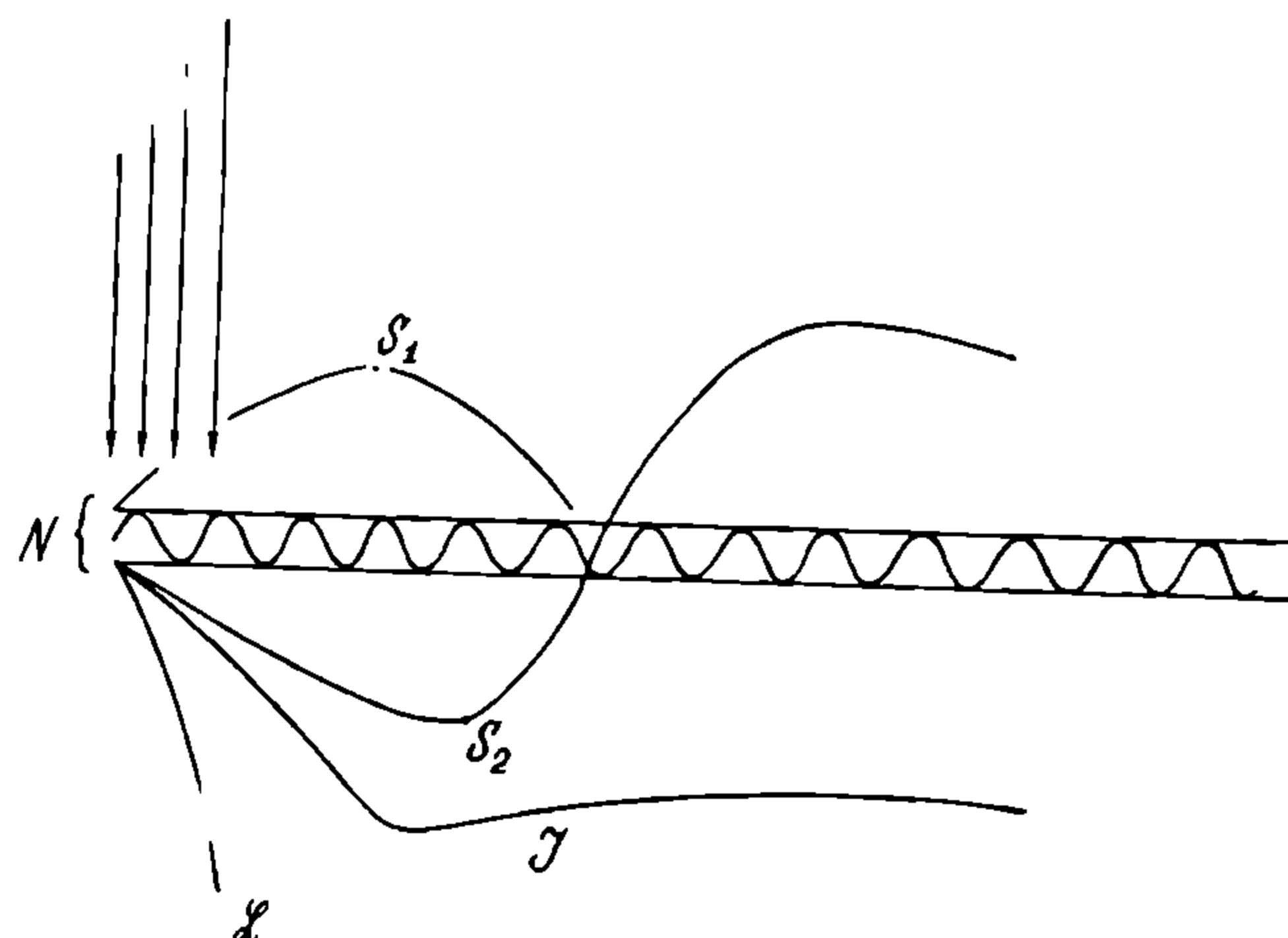


Рис. 4. Схема главных функциональных состояний у растений: N — норма, S_1 — начальная стимуляция, S_2 — вторичная стимуляция, I — подавление, L — смертность

рения интенсивности дыхания, изменяется на сравнительно короткое время: при воздействии температур в 40, 42, 45 и 50° С в течение двух минут эти изменения держатся от 3 до 10 час. (в зависимости от интенсивности воздействия). Низкие температуры приводят к усилению интенсивности дыхания, а более высокие — к снижению (рис. 5). Рост растения, как процесс медленный, так быстро не меняется; на возвращение к норме требовалось от 7 до 10 дней.

Таким образом, биохимическая реакция, вызванная воздействием, не исчерпывает всего явления, а наступают новые физиологические изменения, которые не столь тесно связаны с начальной биохимической реакцией и действуют как вторичный, но важный фактор в формировании процесса стимуляции. Какова же может быть природа этого вторичного фактора?

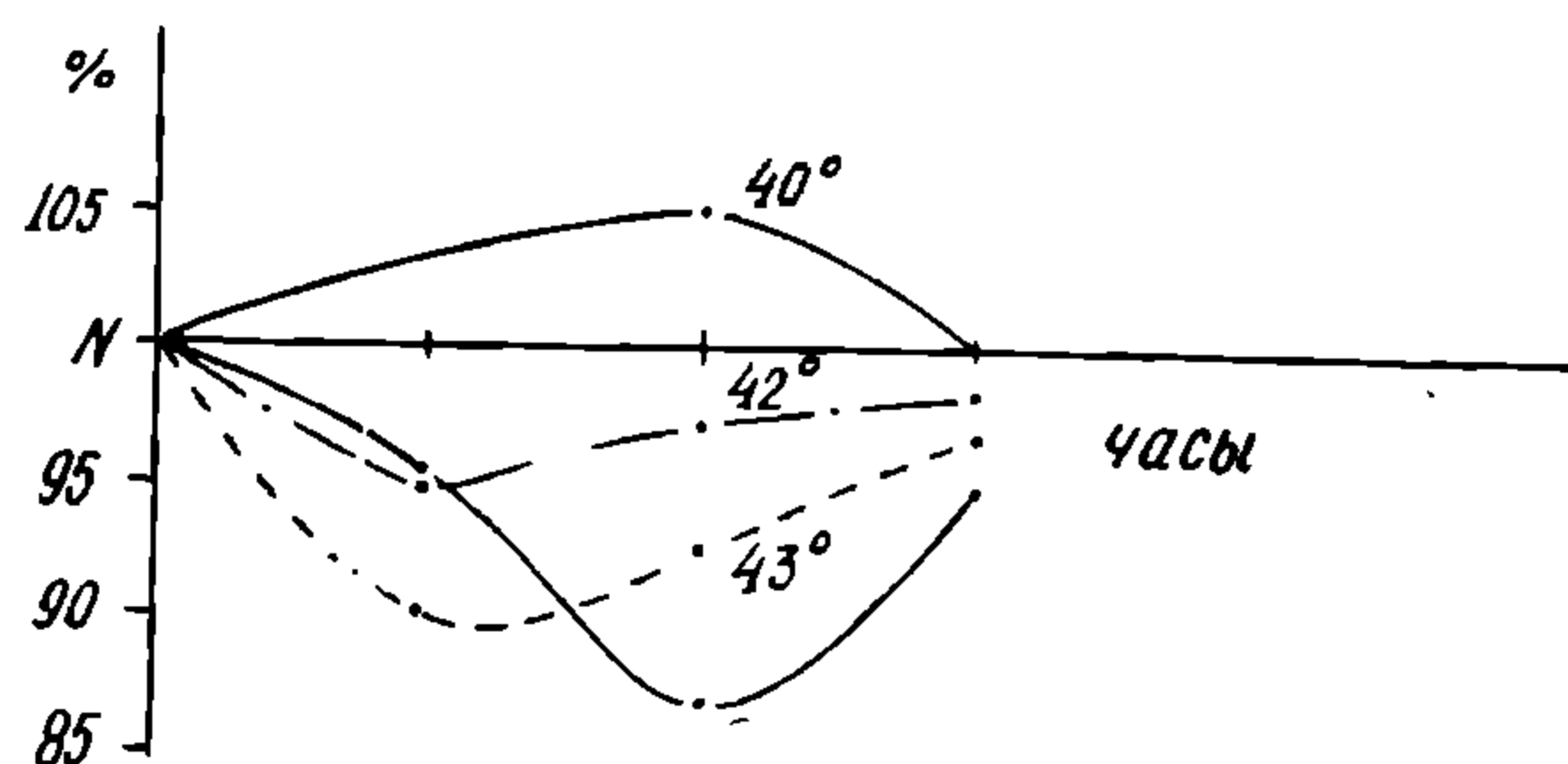


Рис. 5. Динамика дыхания прорастающих семян ржи после воздействия температурой в 40, 42, 45 или 50° С

При начальной стимуляции, тенденция к повышению функционального состояния, вызванная кратковременным воздействием, быстро изменяется и затухает. Однако рост растения сохраняет еще на известное время свою скорость и создает некий морфологический эффект, который не может сразу прекратиться и исчезнуть. С другой стороны, достижение этого эффекта происходит за счет большего расхода энергии и строительных материалов, который в течение всего времени не компенсируется и не покрывается усилением жизненных функций. Такой отрицательный баланс скоро дает себя знать: рост замедляется, и контрольные растения, имеющие нормальный рост, успевают догнать временно обогнавшие их растения, подвергшиеся воздействию, и выровняться с ними. Так возникает и часто исчезает начальная стимуляция.

У нас была возможность изучить ход начальной стимуляции не только в лабораторных условиях, но и на опытном поле. В 1964 г. на поле был поставлен опыт с викой, семена которой перед посевом были помещены на час в водный раствор бромистого калия. Были использованы четыре различные концентрации раствора: 0,15, 0,30, 0,45 и 0,60%. Опыт был произведен по нашему методу, путем изучения динамики в накоплении свежей биомассы у всего растения. Благодаря этому было установлено, что воздействие 0,15% раствором бромистого калия вызвало начальную стимуляцию (рис. 6). Она происходила следующим образом: до 40-го дня с момента воздействия рост вики, подвергнутой стимуляции, был выше, чем у контрольных растений, между 40-м и 72-м днем рост обработанных растений проходил слабее, чем у контрольных, и в последующем — до самого созревания вики — он не догнал контрольных. Очевидно, начальный эффект, достигнутый в результате стимуляции, истощил растения до такой степени, что они отстали в росте от контрольных.

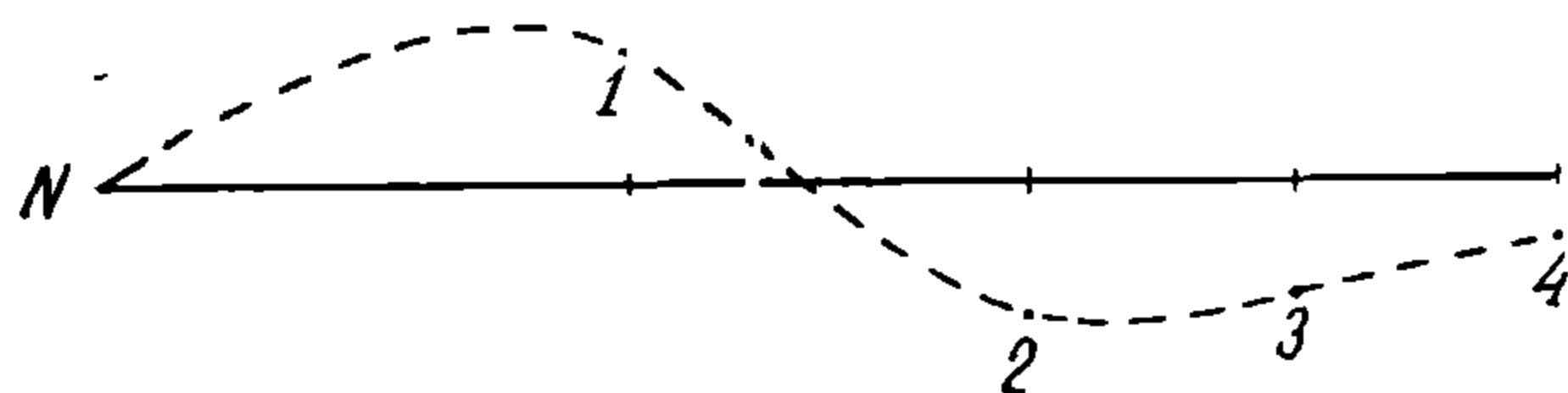


Рис. 6. Реальный ход начальной стимуляции, установленный при многоэтапном полевом опыте с викой, после воздействия на семена 0,15% бромистым калием (1, 2, 3 и 4 — моменты динамики роста, установленные экспериментально)

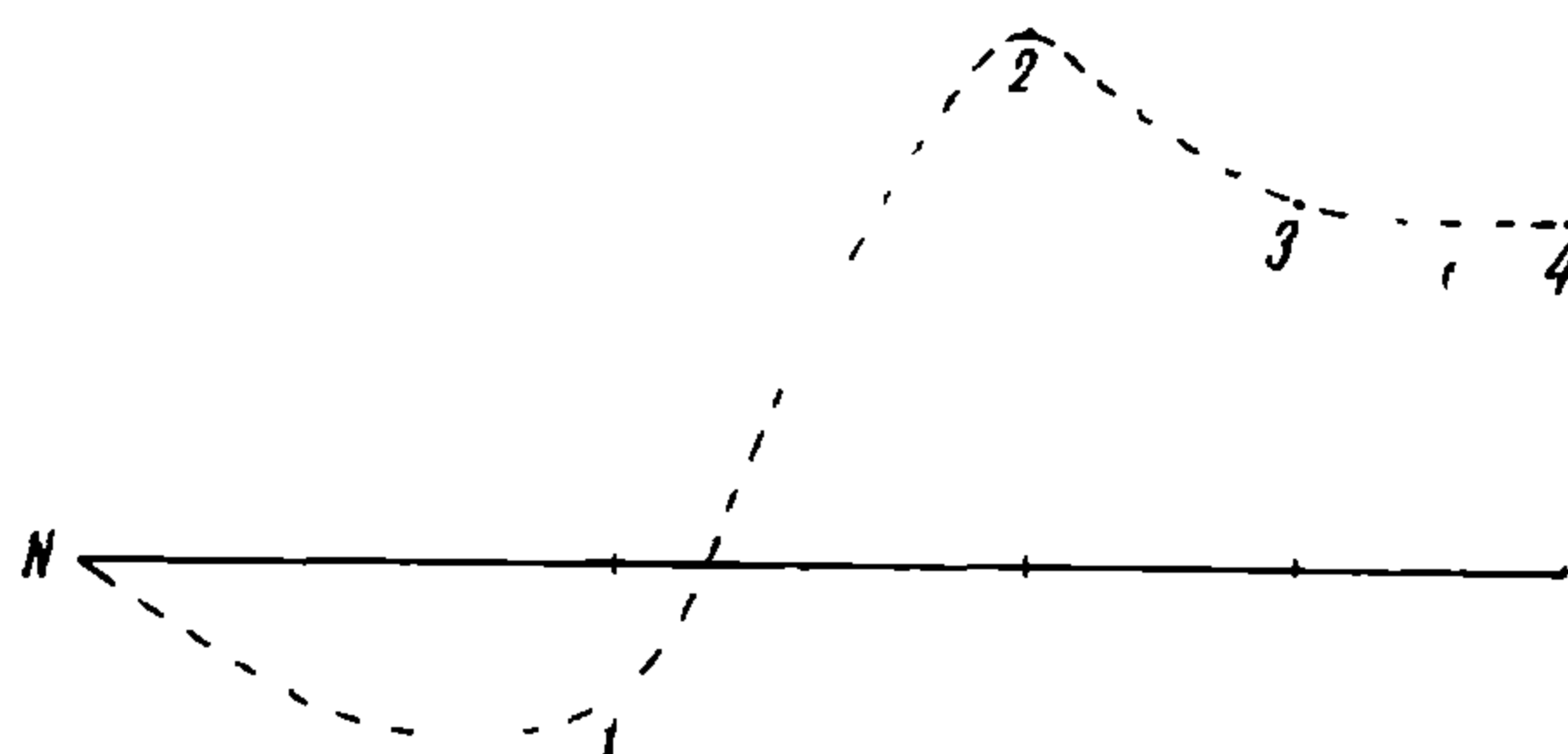


Рис. 7. Реальный ход вторичной стимуляции, установленный при многоэтапном полевом опыте с викой, после воздействия 0,45% бромистым калием (1, 2, 3 и 4 — экспериментально установленные моменты динамики роста растения)

Еще более сложным и интересным оказался случай развития вторичной стимуляции. На этом же опыте с викой было установлено, что все более высокие концентрации бромистого калия (от 0,30% и выше) вызвали вторичную стимуляцию (рис. 7). До 40-го дня с момента воздействия раствор бромистого калия более высокой концентрации тормозил рост растений. Между 40-м и 72-м днем было отмечено сильное повышение роста обработанных растений, которые обогнали в росте контрольные, к 72-му дню они превышали их в росте на 18—20%, а абсолютная разница в ускорении роста обработанных растений между 40-м и 72-м днем достигла 30%.

После установления максимального эффекта в случае этой формы стимуляции была отмечена «усталость» растений и снижение максимального эффекта. В отличие от случая с начальной стимуляцией это снижение не столь быстрое и сильное, что легко объяснимо. При начальной стимуляции максимальный стимуляционный эффект проявляется очень рано, когда молодые растения еще растут быстро, и поэтому полученное различие в росте скоро стирается. В случае вторичной стимуляции максимальный эффект достигается позже, примерно, ко времени цветения, когда растения уже сравнительно медленно растут, и достигнутое различие не может исчезнуть столь быстро.

Это обстоятельство дает вторичной стимуляции перед начальной несомненное преимущество, когда речь идет об предпосевной обработке семян. Нами установлено, что не случайно большинство методов стимуляции семян, рекомендованных М. Поповым, оказывает действие, вызывающее необходимость вторичной стимуляции. Однако, когда вопрос

стоит о частичной стимуляции или стимуляции отдельных органов, то начальная — не только предпочтительна, а вообще является единственно приемлемой формой.

Необходимо также отметить, что для достижения в результате стимуляции того или иного эффекта имеют значение не только формы ее, но и то, является ли культура озимой или яровой. В принципе, для осенних культур, с их длительным вегетационным периодом и состоянием зимнего покоя, семенное стимулирование менее подходит, чем для весенних. У зимних культур, применяя начальную стимуляцию, вообще нельзя рассчитывать на положительный эффект.

Проведенное нами исследование форм стимуляции дает основание выдвинуть несколько отличное понимание характера ее явлений. Чисто биохимическая интерпретация этих явлений невозможна. Факт существования только двух форм, а не стольких, сколько существует стимулирующих веществ, чрезвычайно сложный ход развития этих форм, показывает, что явления стимуляции не могут быть отождествлены ни с каким биохимическим процессом. Невероятно, чтобы какой-нибудь биохимический процесс мог протекать месяцами сверхинтенсивно и одновременно направлять рост и развитие организма, то угнетая его, то стимулируя, то вновь угнетая. Было бы весьма странно допустить, что несколько миллиграммов или граммов вещества могут создать базу, снабжающую энергией эти длительные и сложные изменения в росте тысяч растений, и могут сами вызывать изменения в процессе накопления живой биомассы, достигающей до тысяч кг/га.

РАЗДРАЖЕНИЕ

Мы допускаем, что использованный агент выполняет свою функцию, вызывая раздражение в протоплазме клетки и вместе с тем

меняет стационарное состояние организма, угнетая или возбуждая его. Но само раздражение есть лишь начало процесса и не истощивает его. Появляются вторичные факторы, имеющие огромное значение для процесса стимуляции. Вследствие перерасхода (при начальной стимуляции) или накопления (при вторичной) богатых энергией веществ и строительных материалов, снова создаются условия, замедляющие или ускоряющие рост, но уже в больших масштабах, отвечающих возможностям выросшего организма. Механизм этих изменений в процессе обмена веществ обработанных растений выражается в различной скорости и продолжительности некоторых биохимических процессов (дыхания, фотосинтеза и др.). Как свидетельствуют некоторые наши опыты, в функциональном отношении у растений, подвергшихся стимуляции, вес восстанавливается гораздо быстрее, пока рост еще замедлен и сохраняет некоторую инерцию, что может создать значительное различие в балансе энергии и строительных материалов у молодых организмов.

* * *

Установление этих двух форм чрезвычайно важно для понимания явления стимуляции. Во-первых, становится ясно, что эти процессы очень сложны, имеют сложный механизм и сложное развитие. Это, с одной стороны, разбивает старые, упрощенные представления, а с другой — объясняет разнообразие и различие в результатах стимуляционных воздействий. Во-вторых, установление двух форм позволяет более правильно и целенаправленно использовать стимуляцию на практике. Знание этих форм позволяет более активно участвовать в процессе, правильно применяя в нужные моменты соответствующие агротехнические приемы и создавая таким образом благоприятные условия для развития растений.

УДК 581.19

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ, № 7 ЖУРНАЛА «ПРИРОДА»

«ПОПУЛЯЦИОННАЯ ГЕНЕТИКА» —
статья доктора биологических наук *С. С. Шварца*

«УЛЬТРАЗВУК И КЛЕТКА» — статья профессора *И. Е. Эльниера*

ЖЕМЧУЖИНА ЮЖНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

БОРЫ В ОНОНСКИХ СТЕПЯХ

В. А. Фриш

Кандидат географических наук

Институт географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР (Иркутск)

Нигде встреча с лесом не бывает так желанна, как среди степных просторов. Когда на горизонте показывается темная полоска, которая растет и ширится, пока, наконец, в бинокль не станут различимы отдельные деревья, исследователь в кабине автомобиля испытывает чувство, похожее на то, что, вероятно, волнует мореплавателя, увидевшего затерянную в океане сушу. Это сравнение приходит на ум, когда подъезжаешь к Ононским сосновым борам, покрывающим площадь около тысячи квадратных километров в степных равнинах на юге Читинской области. Боры и их окружение поражают вновь прибывшего контрастностью и разнообразием своей природы. Неповторимый комплекс природных ресурсов среднего Приононья вполне заслуживает того, чтобы

а него обратили внимание и стали использовать гораздо шире, чем сейчас.

Так же, как и знаменитые ленточные боры Прииртышья, ононские боры обязаны своим существованием среди обширных степей древним речным отложениям, водно-физические свойства которых позволяют произрастать на них деревьям. На территории, прилегающей к монгольской границе между массивами Эрмана и Адун-Челон, в течение четвертичного периода происходили глубокие и чрезвычайно интересные изменения природной обстановки. Именно недавним событием в палеогеографии мы обязаны тем, что здесь можно встретить наряду с чаще боров величавую долину стремительного Онона; причудливо расчлененный по типу «дурных земель» известняковый уступ Адун-Челона; Торейские водоемы, то разливающиеся, то иссыхающие во впадинах, поперечник которых превышает 50 км; вулканический массив Шара-Ундур, с дикими обрывами базальтов; высокотравные, типа плавней, заросли низовьев Борзи; богатые рыбные и охотничьи угодья; солончаки и задумчивые лесные озера.

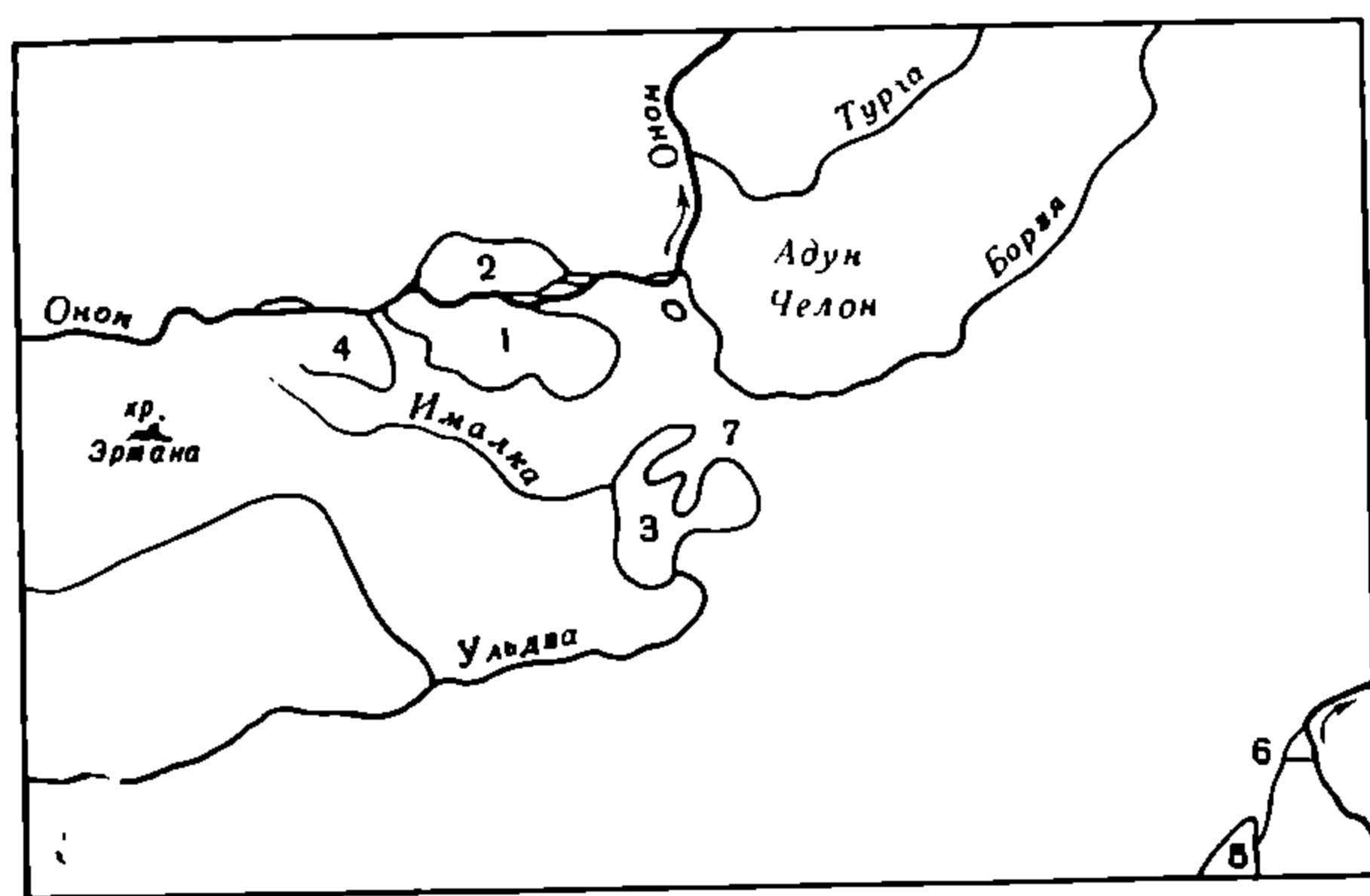


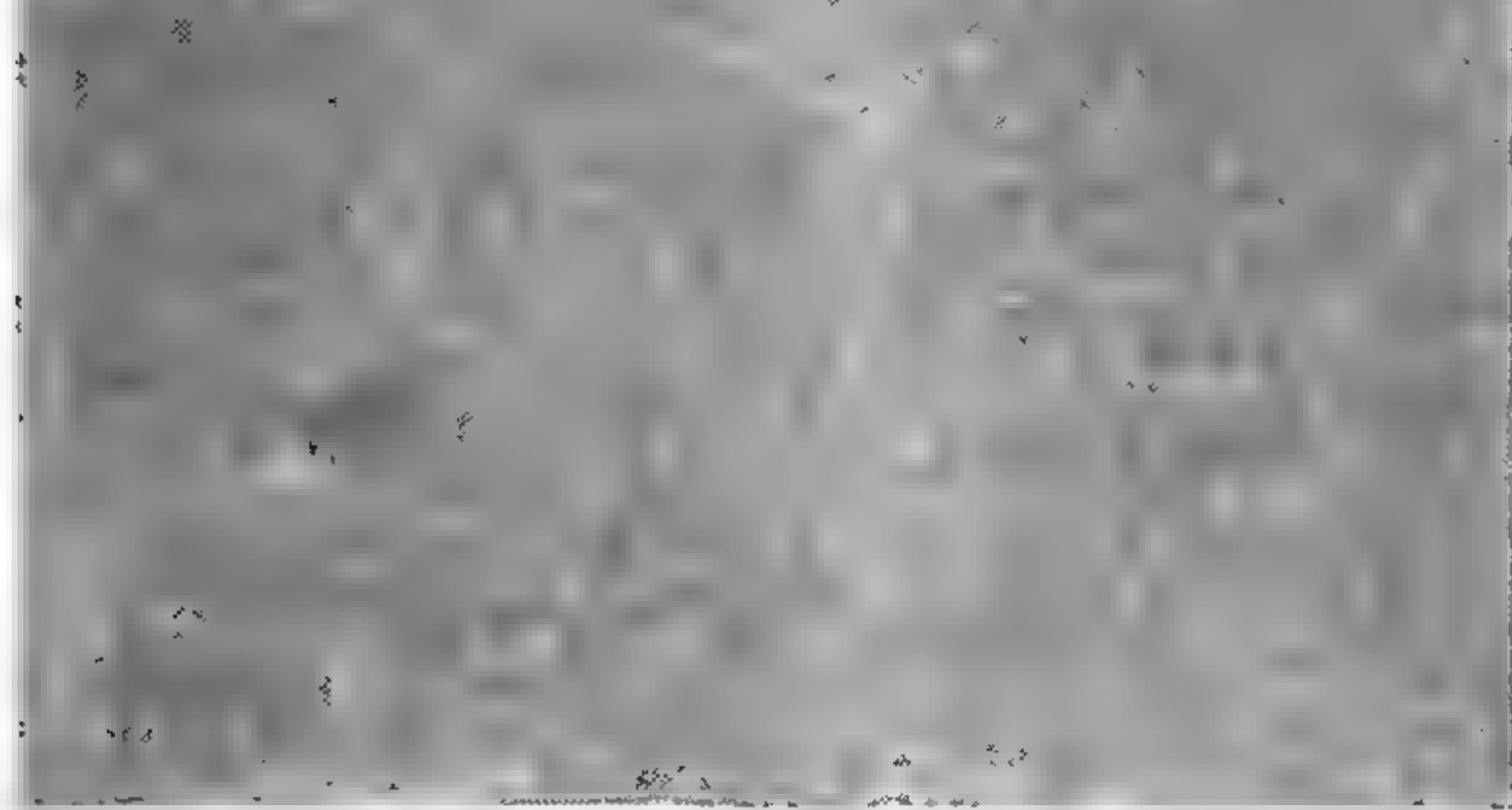
Схема сосновых боров и их окружения: боровые массивы (1); парковый сосняк без возобновления на левом берегу Онона (так называемое «Сосновое войско» (2); торейские озера после 1958 г. (3); река Дурул (во влажные годы) (4); озеро Далай-нор (5); мутная протока (6); массив Шара-Ундур (7)

ИЗ ПРОШЛОГО

Установлено, что в неогене на этой территории расстилался огромный пресный водоем. Массивы Адун-Челон, Шара-Ундур, хребет Эрмана возвышались над ним в виде островов или полуостровов. Гигантская озерная система, по-видимому, соединявшаяся на юго-востоке с Далай-нором, принимала в себя многочисленные реки: с запада —



Парковая периферия боров



Виды на долину реки Онона

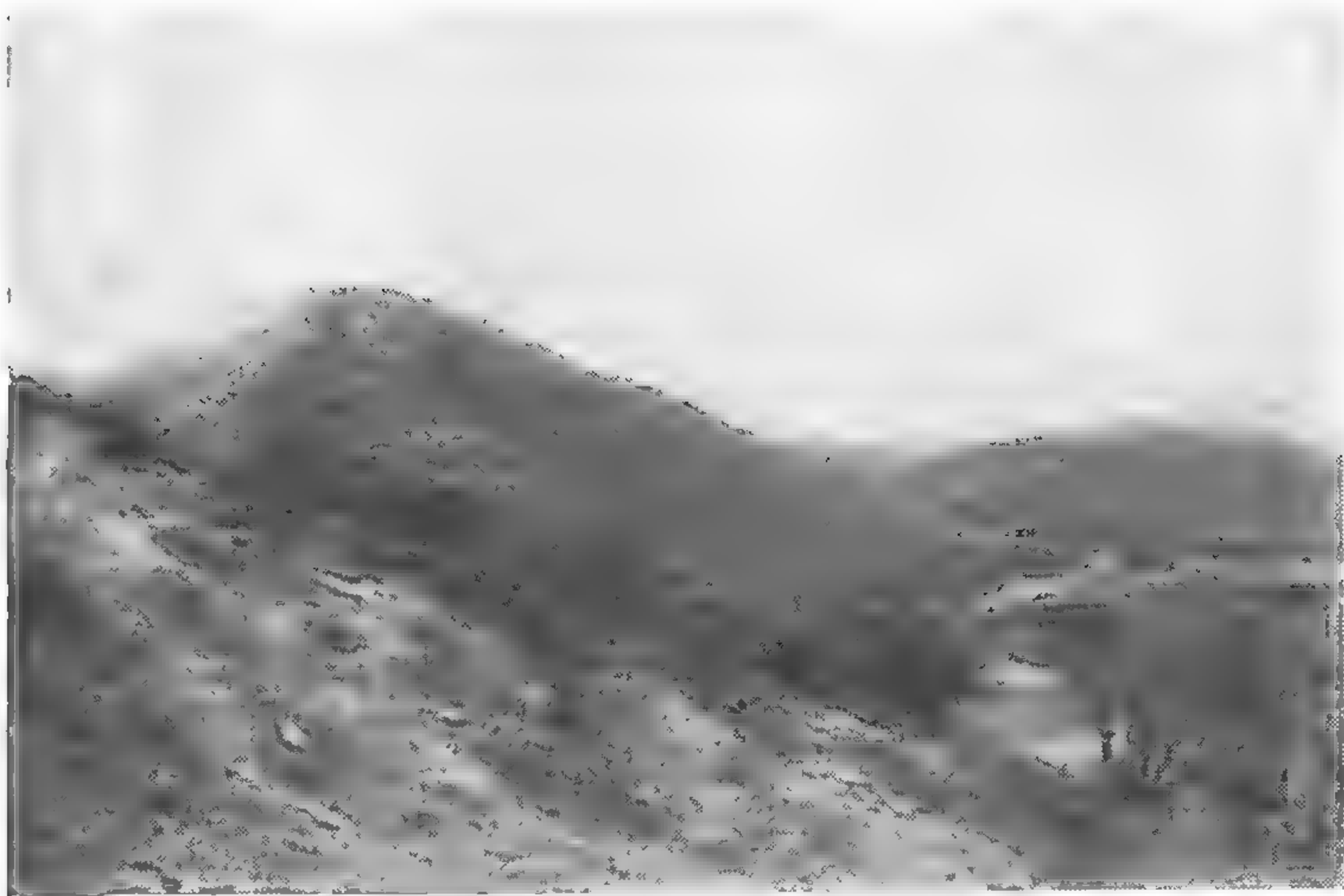


Онон, с северо-востока — Тургу и Борзю, на юго-востоке — древнюю Аргунь, которая и ныне в отдельные годы сбрасывает часть своих вод через Мутную протоку в оз. Далай-нор. Выдвинутая в древний водоем песчаная дельта пра-Онона как раз и составила тот субстрат, на котором впоследствии смогли возникнуть боры.

Неотектонические движения, проявившиеся с конца неогена, — достаточно явные следствия их ощущаются и поныне — властно перестроили всю гидрографию, а вместе с ней и территориальный фундамент ландшафтов. Пятящаяся эрозия рек тихоокеанского бассейна, ускоренная тектоническими подвижками, проникла в «сферу влияния» внутреннего континентального водоема. В течение плейстоцена воды его были постепенно спущены. Молодая долина Онона прорезала отложения озерных толщ, и Онон стал частью системы Амура, присоединив к себе в качестве притоков Борзю и Тургу. Их резко суженные долины прорыва в местах впадения в Онон наглядно свидетельствуют о могуществе природных сил,

«распорядившихся» течением рек Южного Забайкалья.

Из-под уровня вод Большого Торейя выступили обширные плоские пространства. Когда похолодание, совпавшее по времени с эпохой оледенения в высоких горах Забайкалья, сменилось засушливостью, на древних террасах широко расселились продвигнувшиеся из Центральной Азии сухолюбивые степные формации. Современные Торейские озера, при всей их значительности по сравнению с мелкими степными водоемами (с 1958 г. наступило очередное полное обводнение Торейских котловин), сами — всего лишь ничтожные остатки неогенового пресноводного моря. Онон и Борзя минуют их на своем пути, и в Торей впадают лишь две реки из Монголии — Ульдза и Ималка. В сухие годы — это малоприметные ручейки,



Ильмовая роща (весной), под защитой ононских террас

в дождливые же — бурные мутные потоки.

Казалось бы, общее иссушение должно было создать однообразие природных условий. Но слишком разнородны были их исходные элементы, и поэтому ныне на ограниченном пространстве соседствуют боры, степи, дюны с ильмом и дикой яблоней, заросли сибирского абрикоса по ущельям, луга, тростниковые болота, а в рельефе — высокие равнины и резко расчлененные низкогорья и среднегорья, отделенные от равнин перепадом высот в 300—500 м. Боровые массивы лежат на абсолютных высотах в 670—690 м.



Домашние верблюды в ивняковых зарослях у вершин Адун-Челопа (около 1000 м абсолютной высоты)

Этот край издавна заселен, в особенности долина Онона. Его неоднократно посещали и описывали географы, и все-таки о главном его богатстве — лесах — до сих пор бытуют довольно смутные представления.

Можно себе представить, например, с каким чувством прочли лесничие, охраняющие сосняки от огня, такое утверждение: «В Приононских степях встречается реликтовый лес, представляющий собой редко разбросанные старые сосны со степным травянистым покровом. Остатки леса указывают на изменение климата в сторону большей сухости»¹.

Трудно сказать, чем вызваны цитированные строки, но это прямой поклев на ононские боры. Достаточно посмотреть на густую сплошную поросль соснового молодняка, встающего как щетина на опушках и вырубках, на обильное плодоношение взрослых сосен, чтобы понять, что разговор о «реликтах» и «остатках» здесь абсолютно не уместен. Замечательная особенность ононских боров, составляющая наиболее ценную черту их природы, заключается в том, что и в современных климатических условиях они достаточно хорошо себя чувствуют — поскольку, конечно, их развитию не мешает человек.

В середине прошлого столетия боры занимали, примерно, такую же площадь, как и сейчас. Посетивший их в 1856 г. Г. Радде писал: «Параллельно течению Онона степь замыкается с севера не этою рекою, а чрезвычайно густым лесом, простирающимся местами верст на 15 в ширину. Этот лес замечателен и по историческим воспоминаниям о месте пребывания Чингис-хана». Некоторые из поселений, указываемых Г. Радде в районе боров — Цасучей, Кубухай, Кулусутай, Дурулгуй — существо-

¹ А. В. Вазингер. Природные условия и естественные кормовые ресурсы Читинской области, 1959, стр. 39.

вали в качестве пограничных казачьих караулов со второй половины XVIII в. Таким образом, воздействие оседлых русских поселенцев на лесную растительность имеет немалый возраст.

Сосновые рощи встречаются на востоке до самого устья Борзи — до подножья Адун-Челона, а на юг отдельные сосны продвигаются по вершинам увалов до границы Монголии и через нее. Это свидетельствует о том, что при соответствующих мероприятиях возможно практически сплошное облесение озерных террас между Ононом и Борзей. Леса могут также получить большое развитие на террасах степного левобережья Онона, где они сейчас потеснены вырубками и распахками.

ЛАНДШАФТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ БОРОВ

Равнинные ононские боры, состоящие из сосны обыкновенной, представлены рядом ассоциаций, распространение которых связано с заметным разнообразием местных природных условий внутри самих боровых массивов. Разнообразие это создается, прежде всего, группами дюн, возникших при обсыхании дельты пра-Онона, а также более древними формами рельефа: пологими валами, длиной до нескольких километров и высотой до 20 м, сформировавшимися, очевидно, в период роста и выдвижения дельты.

Окруженные с трех сторон степью, а с севера — луговой долиной Онона, боры, естественно, развиты полнее и лучше в глубине лесного массива: к периферии они приобретают парковый характер, теряют подлесок. Этим нежелательным процессам длительное время способствовал человек, продвигая в глубь боров вырубки и распахки.

Древесные породы проникли на древнюю дельту с запада, с хребта Эрмана: отдельные сосны вдоль долины Онона и сейчас указывают на то, что сосняки вершинных поверхностей хребта (ныне уже почти полностью истребленные) когда-то непосредственно соединялись через речку Дурул с равнинными борами.



Эрозия в обрывах боровой террасы к Онону

Травяной покров боров представлен пижмой, среди которой ближе к опушкам появляются куртины «курильского чая». Куртины этого растения чрезвычайно характерны в пижмовых степях к северу от Онона на участках неумеренного выпаса. Местами в борах пижму вытесняет леспедца, распространенная в среднегорьях Кличкинского и Аргунского хребтов на солнечных каменистых склонах. Наконец, под пологом взрослых сосен и на вырубках произрастает вейник, который в типичных степях предпочитает сравнительно увлажненные днища падей. Таким образом в сложении боровых ассоциаций участвуют генетически различные элементы: древесный ярус — сосна, а в подлеске осина и береза — связан в своем происхождении с горными южнотажными лесами, травяной же ярус — сокружающими степями. Лугово-лесные виды в травостое начинают играть заметную роль лишь на ограниченных участках низких молодых террас вокруг боровых озер.

Среди дюнных всхолмлений боры в естественном произрастании характеризуются средней высотой в 16—22 м; эти величины устойчиво выдерживаются вплоть до крайних единичных форпостов леса в степи. Проективное покрытие 70—90%. Обилен не только сосновый, но и осиновый подрост, особенно между дюнами; осинник достигает 3—6 м в высоту. Травяной покров в густом сосняке редуцируется: местами поверхность почвы покрыта лишь слоем сухой опавшей хвои.

В дождливые годы боры вплоть до третьей декады сентября поражают поистине фантастическим количеством маслят. Этот гриб, неизменно связанный с сосной, далеко не всегда встречается в подобном количестве даже в классических таежных районах.

В глубине боров, среди дюн, скрыты два пресных озера с покосными луговыми террасами; одно из них — Бутэвкен — имеет в поперечнике до 400 м при глубине в 1,5 м.

На всхолмлениях к югу от Кубухая своеобразны сосновые ассоциации с участием древесной формы ильма высотой до 6 м, черемухой, шиповником, дикой яблоней, с мелкими, но сладкими плодами. Подобная ассоциация еще богаче видами на дюнах, замыкающих устьевые части глубоких извилистых ущелий, выводящих в пойму Онона из хребта Эрмана; к перечисленным породам добавляются тополь, боярышник, спирея, смородина, береза, ива и др. Боры здесь непосредственно соприкасаются с древесно-кустарниковыми группировками на современных речных отложениях. Они весьма характерны для пойменных террас больших транзитных рек системы верховий Амура.

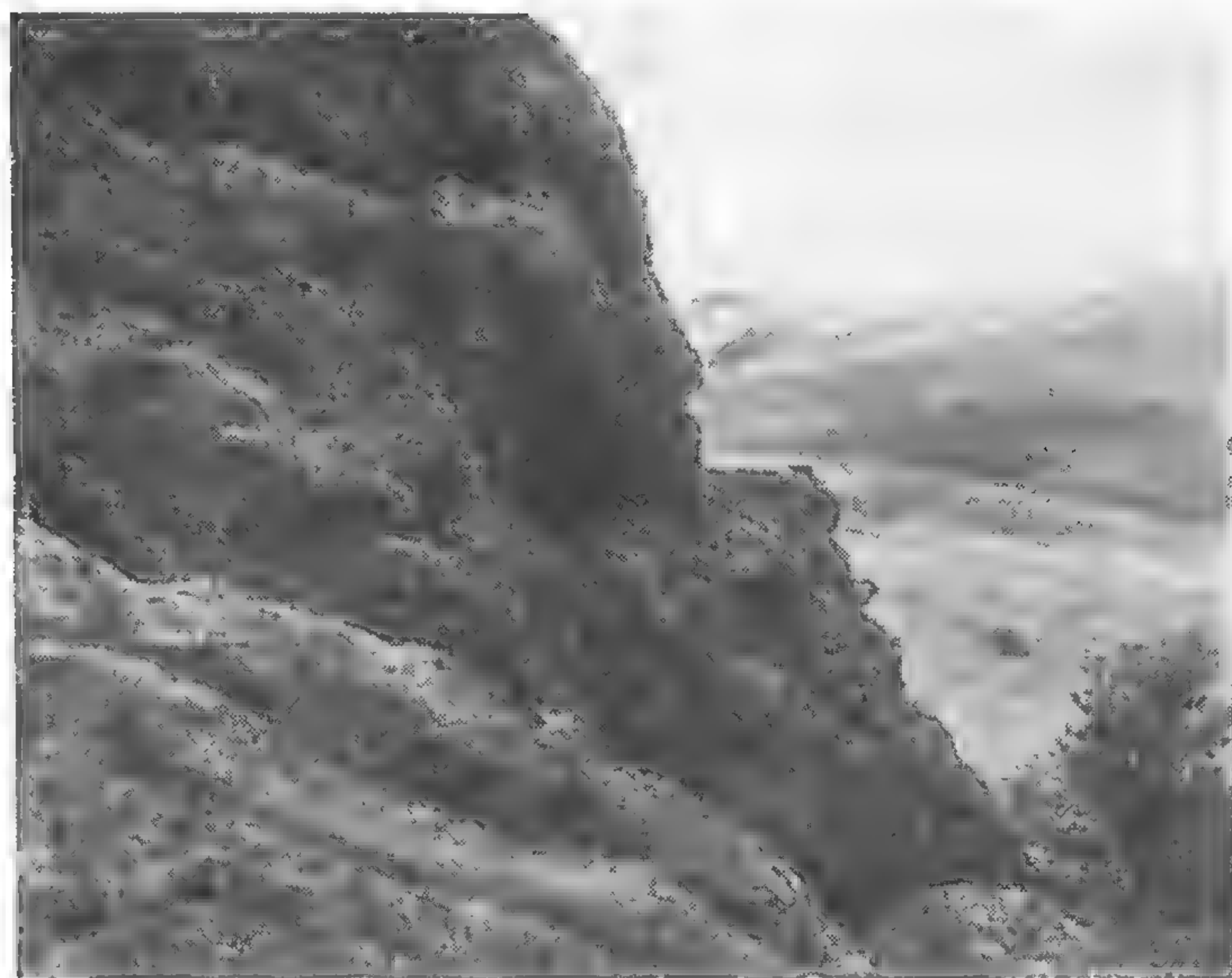
Почвы в глубине боров по характеру приближаются к серым лесным. У пос. Баин-Цаган (южный край сосняков) Л. И. Прасоловым описаны «супесчано-хрящеватые почвы», которые он отнес к подзолистым. По

периферии боров, там, где они носят парковый характер, установлено присутствие супесчаных, частично хрящеватых, деградированных каштановых почв. По сравнению с почвами окружающих степей — темно-каштановыми, южными и обыкновенными черноземами — почвы боров в целом в 2—3 раза беднее гумусом.

Вырубки, даже небольшие на первых порах, разрушают микроклимат, который лес создает внутри себя. Усиливающаяся сухость, а также резкие колебания температур на поверхности почвы губят всходы сосны. Пользуясь этим, степные травы образуют сомкнутую дернину. Кроме пижмы характерны красоднев, лук-мангыр, широко употребляемый в пищу населением, ургуй, эдельвейс, кровохлебка, сарана, горохи, а также злаки — мятлик, овсец, вострец, змеевка. Сходит на нет типичный для боров подлесок — дикая яблоня, шиповник, осина, ива. Они сохраняются преимущественно на дюнах.

Распашки внутри боров ныне запрещены, но они по-прежнему имеют место вокруг боров. Между тем работы Ононского лесхоза под руководством М. И. Строкина показывают полную возможность быстрого облесения залежей. Лесопосадки оказались успешными на сотнях гектаров, если всходы сосны своевременно укрывались от заморозков и предохранялись от выпаса. Естественное возобновление резко усилилось во влажный период 1957—1959 гг. При сильной засухе хвоя молодых сосен сохнет.

Сосновые массивы — ценные охраняемые охотничьи угодья. В них водится боровая дичь (например, глухарь), много зайцев, держится косуля. Разнообразны мелкие птицы, среди которых есть такие лесные виды, как большой пестрый дятел, пятнистый конек, сорокопут-жулан. На периферии, боров, где редкие сосны, с раскидистыми кронами среди сплошных трав отчасти напоминают облик саванны, поверхность почвы в изобилии покрыта выбросами, сделанными цокором. Всего в 40—50 км к югу от боров ежегодно встречаются стада заходящих из Монголии антилоп-дзеренов,



В массиве Цаган-Обо (центральная часть Адун-Челона)

численность стад достигает весной 300—400 голов. Там же встречаются дрофы.

Многие черты природы боров выгодно отличают их от окружающих степей. Вечная мерзлота, типичная в островном распространении не только для Южного Забайкалья, но и для прилегающей полосы Монголии, в борах практически отсутствует. Неизвестны на песчаных грунтах под лесным пологом и гидролакколиты (бугры с ледяным ядром). Стойкие холодные степные ветры, которые в сентябре — октябре и особенно в апреле — мае переходят в пыльные бури, резко ослабляются в глубине боров. Микроклимат их значительно более благоприятен по тепловому режиму: в конце зимы, весной и осенью средние и суточные температуры на 2—6° выше, чем в окружающих степях, а летом, когда бывает жаркая засушливая погода, в борах на 2—4° прохладнее.

Совершенно иное действие, чем на степных склонах, производят в борах летние ливни. Защитное действие лесного полога, в сочетании с высокой водопроницаемостью песчаных почв, практически полностью «гасит» водную эрозию. Сильные ливни случаются в Южном Забайкалье не чаще, чем раз в 5—15 лет, но следы их деятельности на безлесных склонах сохраняются затем долгие годы. В борах подобные явления не мыслимы. Устойчивость грунтов благотворно сказывается и на строительстве, и на дорожном деле.

Снеговой покров в борах может достигать толщины 15—25 см в конце февраля: это в полтора — два раза больше, чем в окружающих степях. Метелевый перенос ограничивается широкими опушками. Бору — единственный район в Южном Забайкалье, где ходят на лыжах.

В пользу исторически сложившейся специализации хозяйства в борах нет ничего, кроме традиции: она игнорирует подлинное богатство природы и ориентируется на то, в чем бору никогда не могут по самой своей сущности сравниться со степями. Конечно, боровые почвы легко распахиваются, они расположены на ровной поверхности, им свойствен легкий механический состав. Но в первые же засушливые недели, с усилением ветра на вырубках, начинается неумолимая прогрессирующая дефляция (выдувание). Низкая урожайность заставляет тогда человека забрасывать пашню и предоста-

влять землю в пользование скоту. Выпас, однако, тоже способствует дефляции.

Печальные результаты налицо: на целые километры тянутся вдоль Онона унылые пустоши, покрытые низкорослыми полынями и другими сорняками. Такие же, но более молодые по возрасту, поля в глубине боров — ныне залежи — сияют шаровидными соцветиями эхинопсы и раскидистой крупной белой гречишкой; таким образом, «плантации» сорняков отличаются здесь лишь большей урожайностью. Посевы овса там и сям зияют песчаными плеши.

При определенных затратах можно, конечно, выращивать сносные урожаи на песчаных полях, как можно, вообще говоря, заставить плодоносить и солончаки, и топи. Вопрос в том, во что это обойдется. С точки зрения экономической эффективности, земледелие в боровых урочищах имеет гораздо меньшие перспективы, чем в далеко еще не полностью используемых окружающих степях. С другой стороны, ясно, что бору не могут иметь значения как поставщики древесины: то, что в конце концов все-таки составляет экзотику, неспособно конкурировать с тем, что в иных, более северных ландшафтах, является массовым и обыденным.

ЗДРАВНИЦЫ И ТУРИЗМ

Если оценивать природный комплекс боровых массивов в целом, а также учесть условия окружения, то, естественно, возникает вывод, что перед нами великолепный потенциальный район здравниц, курортов и туризма. Только это направление хозяйственного развития района связано с всесторонним и полным использованием природных ресурсов боров, и только оно способно выявить их действительные преимущества перед степями, а следовательно, дать максимальную экономическую выгоду.

О ценных климатических ресурсах боровых массивов, живописности и разнообразии их природы уже было сказано. Но кроме того по южной окраине боров и в Торейской впадине располагается также ряд минеральных источников, которым присущи целебные свойства. По данным многих гидрогеологов, в частности Л. М. Орловой (Читинское геологическое управление), некоторые источники близки к боржому. В Торейском бассейне обнаружены уникальные

по составу соляно-щелочные воды; в более глубоких горизонтах возможно присутствие вод типа эссентуков. Источники на озере Цаган-нор, вблизи южной границы боров, уже используются местным населением в качестве «дикого» курорта.

В борах идеальные условия для строительства здравниц: ровная поверхность, отсутствие мерзлоты, запасы воды (родники, Онон), благотворно влияющее на человека окружение — леса, дюны, обрывистые берега рек, с которых открываются широчайшие виды.

Не далее как в 100 км вверх по долине Онона, в Борщовочном хребте сосредоточены запасы строительной древесины. В районе неплохая автодорожная связь. В 60—80 км находятся ближайшие железнодорожные станции, и весьма удобны условия для строительства железнодорожной ветки. И сами размеры территории, и объем ее ресурсов позволяют ставить вопрос о создании крупного центра восстановления здоровья, который может иметь значение не только для Читинской области.

Погодные условия зимы в Приононье лучше, чем на всем пространстве юга Сибири. По обилию солнечного сияния Забайкалье не имеет себе равных в Союзе, в том числе и в зимнюю половину года. В то же время, как отмечено, лесная природа «снимает» в борах отдельные неблагоприятные черты местной зимы.

Как известно, вопросам климатолечения в Южном Забайкалье еще в 1910 г. посвятил специальное исследование выдающийся климатолог А. И. Воейков. Он указывал, что эти территории «при обилии солнца, слабых ветрах и частых затишьях можно считать пригодными для климатического лечения, несмотря на холода зимнего полугодия». По продолжительности часов солнеч-

ного сияния в сутки, по подсчетам А. И. Воейкова, приведенным в той же статье, Забайкалье (Чита) в 1,5—2 раза превосходит знаменитые швейцарские зимние курорты — Лугано, Давос, а также такие отечественные, как Ялта, Кисловодск, Халила.

Для жителей Востока РСФСР Забайкалье имеет неоспоримое преимущество как лечебная и курортная местность: оно близко им по климату. Немаловажным условием является и сравнительная близость крупнейших населенных районов Сибири, в том числе стремительно растущих новых центров. Эти обстоятельства давно уже способствуют посещаемости многих курортов и здравниц той же Читинской области, из которых все, однако, расположены на 100—200 км севернее, чем ононские бору и, главное, жестко ограничены по площади.

Туристско-курортное направление хозяйства позволит в полном объеме решить вопрос об охране и восстановлении редкостных природных ресурсов Приононья. В этом случае станут целесообразными и рентабельными работы по расширению лесных массивов и приумножению их фауны. Большой потенциальный интерес представляют и Торейские озера. Хотя с момента их последнего полного обводнения в 1958 г. прошло всего восемь лет, но горько-соленая первоначально вода озер Зун- и Барун-Торей успела опресниться настолько, что в ней уже водится рыба. Этот факт подтверждает, что при соответственных условиях Торей могут стать крупными аккумуляторами пресной влаги среди лишенных ее степных массивов.

Нельзя, наконец, не отметить, что рациональное освоение природных ресурсов Приононья окажет благотворное влияние на экономику прилегающих районов.

УДК 502.7

**ПОДПИСЫВАЙТЕСЬ НА ЖУРНАЛ «ПРИРОДА»
НА ВТОРОЕ ПОЛУГОДИЕ 1966 г.**



МОДЕЛИРОВАНИЕ ТУНГУССКОГО ВЗРЫВА

И. Т. Зоткин

Комитет по метеоритам АН СССР

М. А. Циклини

Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта АН СССР (Москва)

Тунгусский метеорит по разнообразию сопровождающих его явлений совершенно исключительный феномен. Но ключевая загадка его кроется в причине и механизме необыкновенно мощного взрывного процесса. Если удастся установить, при каких условиях мог произойти подобный взрыв, то происхождение Тунгусской катастрофы будет разгадано.

Основные данные о природе Тунгусского падения, которыми к настоящему времени располагает наука, уже подробно излагались в журнале «Природа»¹.

Как известно, для определения мощности взрыва изучались барограммы станций Сибири, микробарограммы европейских станций, магнитограммы и сейсмограммы Иркутской геофизической обсерватории (рис. 1). Кроме того, исследовались ожоги растений и некоторые другие явления: аномально яркие сумерки, концентрация в почве космических шариков, экологические факторы, в частности, ускоренный рост деревьев в районе катастрофы.

Наиболее важное и сложное обстоятельство, связанное с Тунгусским падением, — знаменитый радиальный вывал леса. Он и будет основным предметом дальнейшего обсуждения.

¹ См. «Природа», 1962, № 8, стр. 24—42.

РЕЗУЛЬТАТЫ ВОСЬМИ ПОЛЕВЫХ СЕЗОНОВ

Таежные леса к северу от Ванавары по рекам Чамбе и Хушме в основном образованы сибирской лиственницей. Этому замечательному по своей прочности и стойкости дереву мы обязаны тем, что вывал сохранился до наших дней. Другие породы за полвека просто бы сгнили. По счастливой случайности и лесные пожары пока миновали основную территорию Тунгусского буремала.

Как известно, Л. А. Кулик не успел закончить аэрофотосъемку вывала, начатую в 1939 г., может быть, излишне подробно и тщательно. В результате до войны было снято менее 10% необходимой территории. Когда летом 1958 г. на месте побывала первая послевоенная экспедиция Комитета по метеоритам АН СССР, вывал уже зарос густым молодым лесом и с самолета не просматривался. Обследовать его можно было только наземным путем. Кропотливая, трудоемкая работа потребовала восьми (!) полевых сезонов. Основная масса фактического материала была добыта во время большой Комплексной экспедиции из Москвы и Томска в 1961 г., а в последующие годы эти сведения существенно пополнялись новыми данными. Сейчас замерено и описано около 50 000 деревьев в 700 точках! Для этого

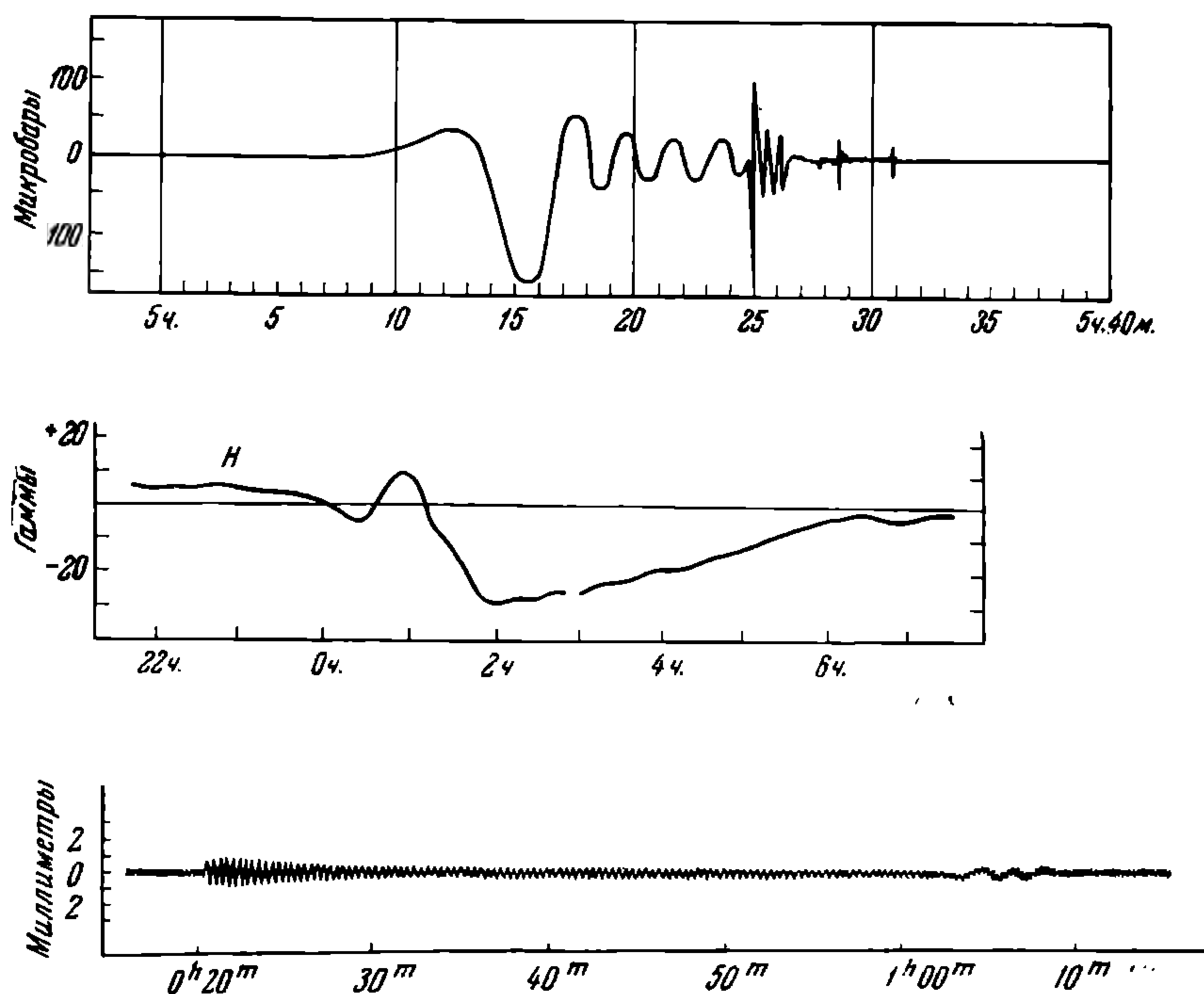


Рис. 1. Инструментальные регистрации Тунгусского падения; время везде — гринвичское: *вверху* — сводная микробарограмма английских метеостанций; *в середине* — изменение горизонтальной составляющей магнитного поля в Иркутске; *внизу* — сейсмограмма Иркутской обсерватории

всю территорию поперечником свыше 60 км пришлось покрыть густой сетью пеших маршрутов.

Тайга в этом районе на редкость изобретательна — каких только она не подготавливала препятствий. Взять, например, старую гарь. Молодые сосенки, лиственницы и березки стоят там такой сплошной, плотной стеной, что приходится протискиваться, закрыв лицо руками. Если же пожар не полностью уничтожил горевшие деревья, то на корню остается частокол из остатков мертвых, сухих стволов. Они падают и переплетаются, создавая нечто похожее на гигантские заграждения из колючей проволоки. С рюкзаком через такое заграждение пробраться не так-то просто, тем более трудно отыскать здесь вывал 1908 г., от которого на земле иногда оставались лишь полоски угля.

Не лучше обстоит дело на заболоченных участках «пьяного леса». Там на мокром слабом грунте стоят покосившиеся в разные стороны, увешанные бородами лишайниками деревья. А поваленные стволы пре-

вратились в еле заметные замшелые могильные холмики. Иногда их можно почувствовать только ногой сквозь толстый слой мха.

Но, пожалуй, наиболее коварными были сухие плоскогорья — водоразделы. На них растет чистый, светлый сосновый лес, и нет ни ручья, ни сопки, по которым только и можно определить свой маршрут в зеленом безбрежном океане тайги. Не раз приходилось совершать многокилометровые переходы к надежным ориентирам.

Наверно, составление детального плана вывала вообще не было бы возможно, если бы не помощь многочисленных добровольцев — в разное время их работало около ста человек.

В настоящее время мы располагаем картой (рис. 2), на которой показаны направления вывала в различных точках, а также пересчеты пораженных деревьев. Каждая стрелка на пей изображает средний азимут нескольких десятков стволов на пробной площадке примерно в $1/4$ га.

Тунгусский бурелом занимает территорию около 2200 км². Поле вывала имеет почти центральный характер и своеобразную двухлепестковую границу, ось симметрии которой проходит по азимуту 115°. В направлении лепестков оно простирается до 40 км от эпицентра. Благодаря недавней статистической обработке положение эпицентра фиксировано с точностью ± 500 м. В хвостовой части вывала направления поваленных деревьев отклоняются от радиусов на несколько градусов в сторону оси симметрии, образуя своеобразную «елочку».

Не вызывает никаких сомнений, что вывал произведен мощной взрывной воздушной волной, причем столь огромной площади поражения соответствует взрыв с энергией не меньше 15 миллионов тонн тротила! Ог-

ромная энергия сама по себе не является загадкой. Например, кинетическая энергия метеорита массой в 20 000 т, движущегося с скоростью 30 км/сек, составляет 10^{23} эрг¹.

История Земли знает падения и больших тел, запечатленные в виде многокилометровых ископаемых метеоритных кратеров.

Если бы соответствующий взрыв произошел на Земле, то образовалась бы воронка поперечником около километра. Однако в эпицентре нет никаких катастрофических повреждений грунта. Более того, поблизости сохранились рощи старых деревьев и очень много сухостоя. Упорядоченный радиальный вывал начинается лишь в полутора-двух километрах от эпицентра, а сплошным он становится еще в 3-4 раза дальше. Отсюда следует только один вывод — источник ударной волны находился на некоторой высоте над Землей. Необычность взрыва метеорного тела в воздухе и послужила основой для всякого рода фантастических домыслов об атомном взрыве, аннигиляции антивещества, гибели космического корабля, луче гигантского лазера и т. п. Однако привлекать столь экзотические гипотезы нет необходимости.

Дело в том, что ударная волна может порождаться не только взрывами, но и сверхзвуковым движением тела в воздухе, например самолетом, спарядом или метеоритом. В отличие от сферической волны точечного взрыва ударная волна баллистического происхождения имеет вид конуса (рис. 3), угол раствора которого определяется отношением скоростей звука и полета

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \frac{c}{v}.$$

При космических скоростях волна становится почти цилиндрической. Сейчас, когда сверхзвуковые самолеты — не редкость, баллистическую волну довольно часто можно слышать в виде резких громовых ударов, доносящихся сверху. Известны случаи, когда она разрушала постройки, наносила ранения людям. Свидетели падения метеоритов также отмечают резкие звуковые удары. Спустя две-три минуты после пролета огненного шара-болида раздается гул, грохот, удары, от которых нередко сотрясается

1 $E = \frac{mv^2}{2} = \frac{2 \cdot 10^4 \text{ т} (3 \cdot 10^4 \text{ см/сек})^2}{2} \approx 10^{23} \text{ эрг.}$

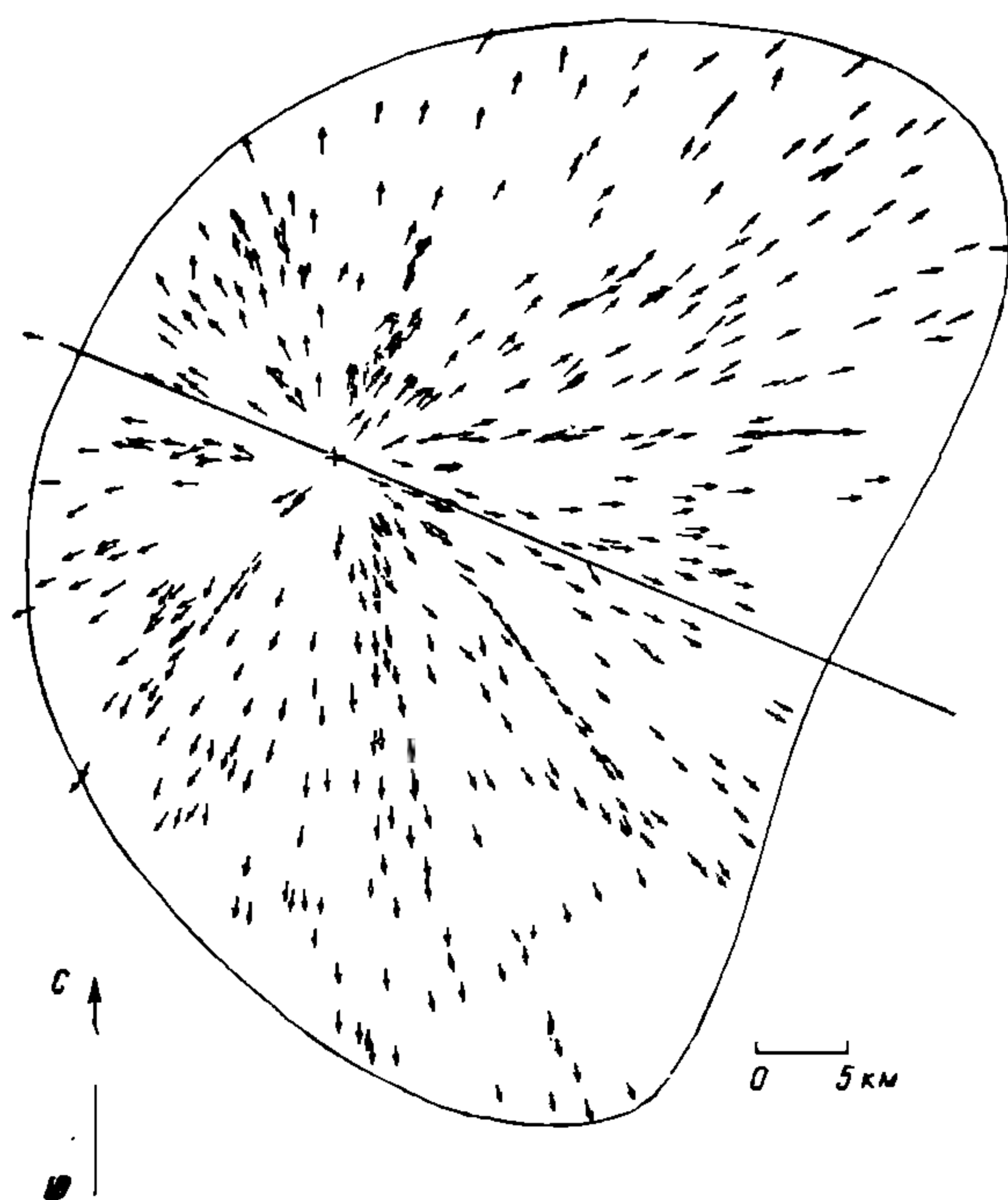


Рис. 2. План вывала леса на месте падения Тунгусского метеорита по данным на 1965 г. Ось симметрии имеет азимут 115°

земля. Если наверху главная часть энергии метеорита расходуется на нагрев, испарение и свечение, то в нижних слоях атмосферы большая часть энергии затрачивается на образование волны. Энергия, уносимая волной, пропорциональна квадратам скорости и диаметра $e \sim (vd)^2$, т. е. достаточно крупный и быстрый метеорит может породить волну большой разрушительной силы.

Мысль о том, что вывал леса произведен баллистической волной, впервые возникла у участников Тунгусской метеорит-

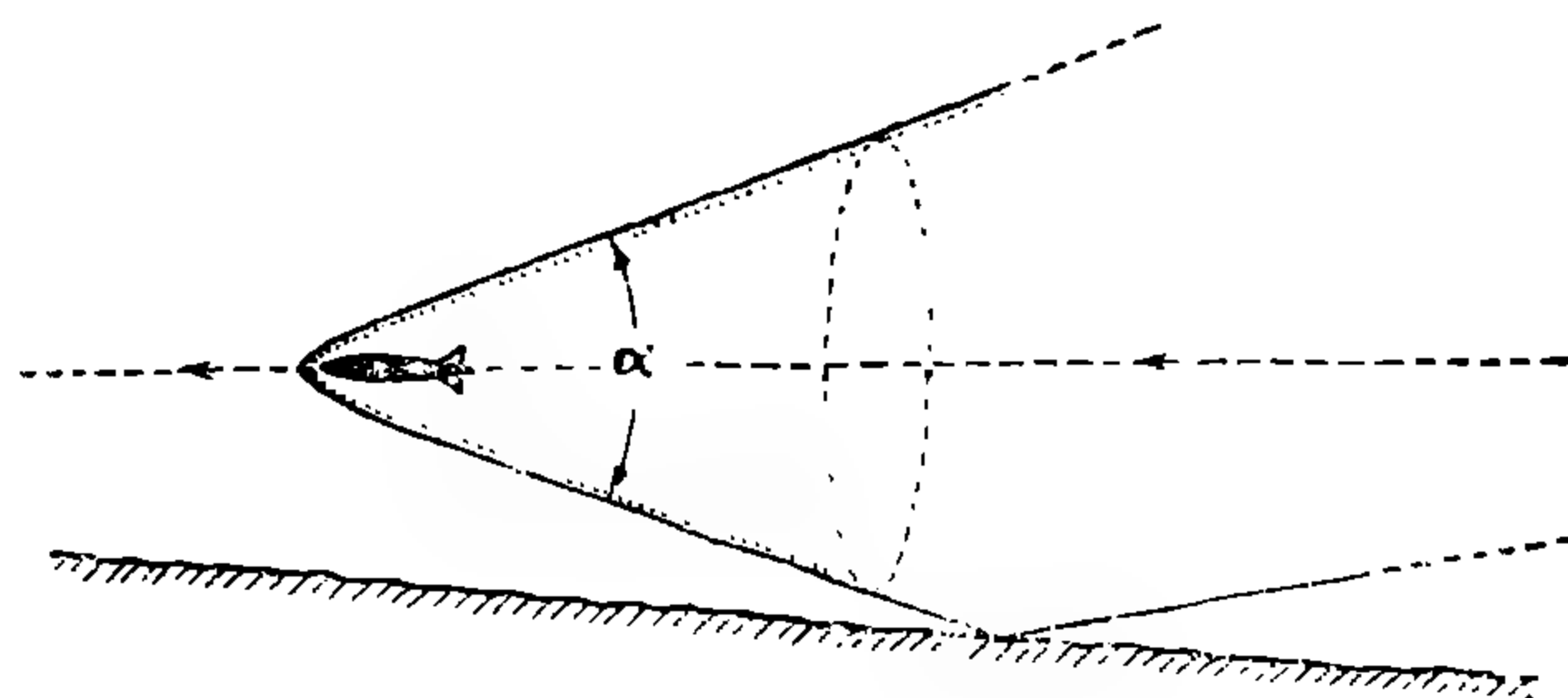


Рис. 3. Баллистическая волна от летящего тела и ее отражение от земли. Скорость 2 км/сек

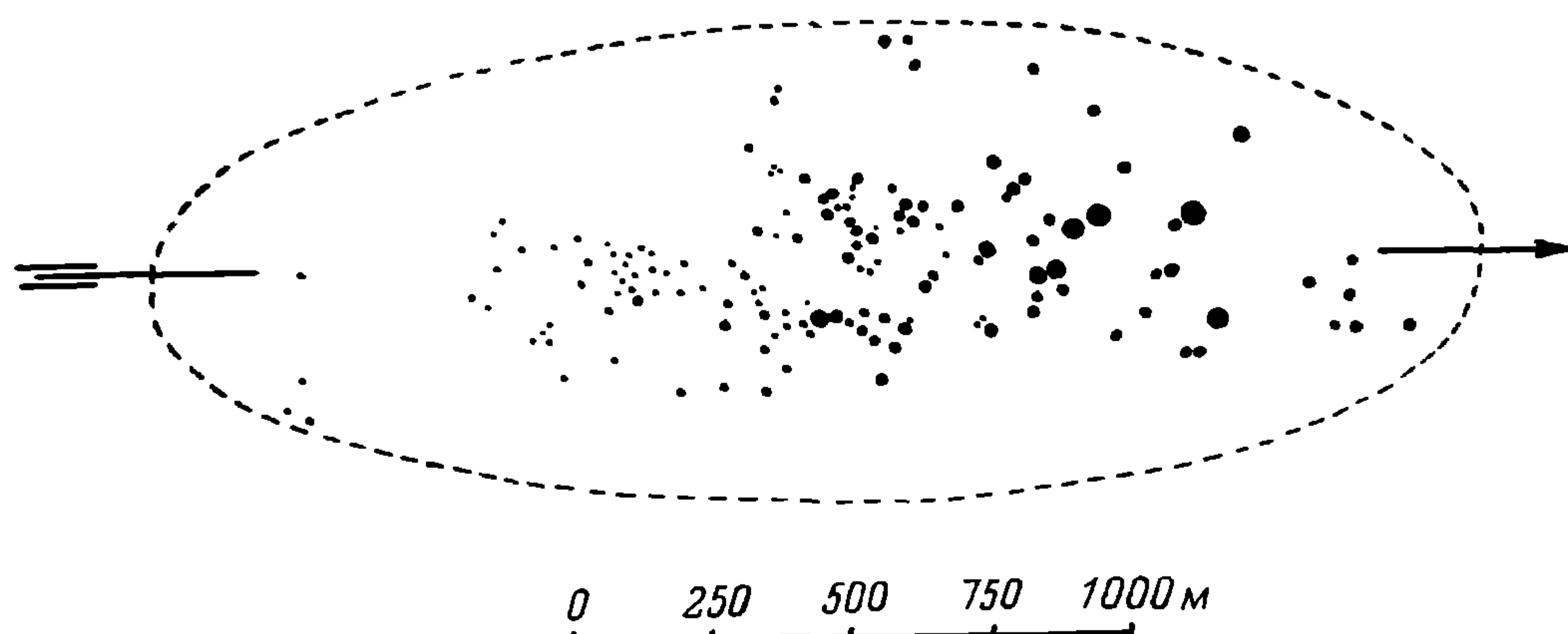


Рис. 4. Эллипс рассеяния Сихотэ-Алинского метеорита, упавшего в 1947 г.

ной экспедиции 1958 г. Однако достаточно взглянуть на карту вывала, чтобы понять, что цилиндрическая баллистическая волна «в чистом виде» не могла повалить деревья по радиусам, расходящимся от некоторого центра. В передней части вывала волна явно была близка к сферической, а взрыв точечный. С другой стороны, в хвостовой части вывала, где граница резко отлична от круга, разрушения более естественно объяснить баллистической волной.

Приходится заключить, что ударная волна Тунгусского метеорита, отпечатавшаяся на земле в виде поваленного леса, была комбинацией сферической и баллистической волн. Физически ее возникновение можно представить как полет метеорита с дроблением в конце полета.

Сейчас установлено, что одиночные падения метеоритов — исключение. Почти все метеориты дробятся на высоте 10—20 км и выпадают дождем осколков, образуя на земле характерные эллипсы рассеяния (рис. 4). И это не удивительно. Давление на метеорит, создаваемое напором встречного потока воздуха, определяется такой формулой

$$P = \Gamma \rho v^2.$$

При скорости $v = 10$ км/сек и плотности воздуха $\rho = 0,00129$ г/см³, полагая, что коэффициент сопротивления $\Gamma \approx 1$, получаем $P = 12\,000$ кг/см². Даже монолитные железные метеориты разрушаются под такой нагрузкой, а о каменных и говорить нечего. Многочисленные наблюдения болидов говорят, что дробление метеоритов происходит резко, бурно, сопровождается яркой вспыш-

кой, искрами, создавая у очевидцев впечатление взрыва.

Сказанное дает основание допустить, что и Тунгусское тело на высоте около 10 км не выдержало ураганного воздушного потока, испытало энергичное дробление, которое было особенно интенсивным вследствие его рыхлой непрочной структуры, какой, например, обладают ядра комет. Дробление произвело такое же действие, какое происходит при раскрытии парашюта. Площадь поперечного сечения резко увеличилась, скачком возросло торможение, вся огромная кинетическая энергия метеорного тела израсходовалась почти мгновенно. Это дало вспышку усиления баллистической волны. Произошел самый настоящий взрыв. Но не химический, ядерный или тепловой, а механический (рис. 5).

ТУНГУССКИЙ ВЗРЫВ — В МИНИАТЮРЕ

При количественном расчете столь сложной волны возникают большие трудности. Какие из многочисленных допустимых вариантов наклона и высоты траектории — истинные? Как происходил процесс дробления? Однозначных ответов на эти вопросы пока еще нет. К счастью, распространение ударной волны, образованной дробящимся метеоритом, в основных чертах поддается моделированию. Этим мы и воспользовались.

Движение метеорного тела можно воспроизвести взрывом детонирующего шнура, т. е. длинного тонкого заряда взрывчатого вещества. Точка детонации бежит по шнуру со скоростью 7—8 км/сек, образуя волну точно такую же, как и летящее тело. Усиление,

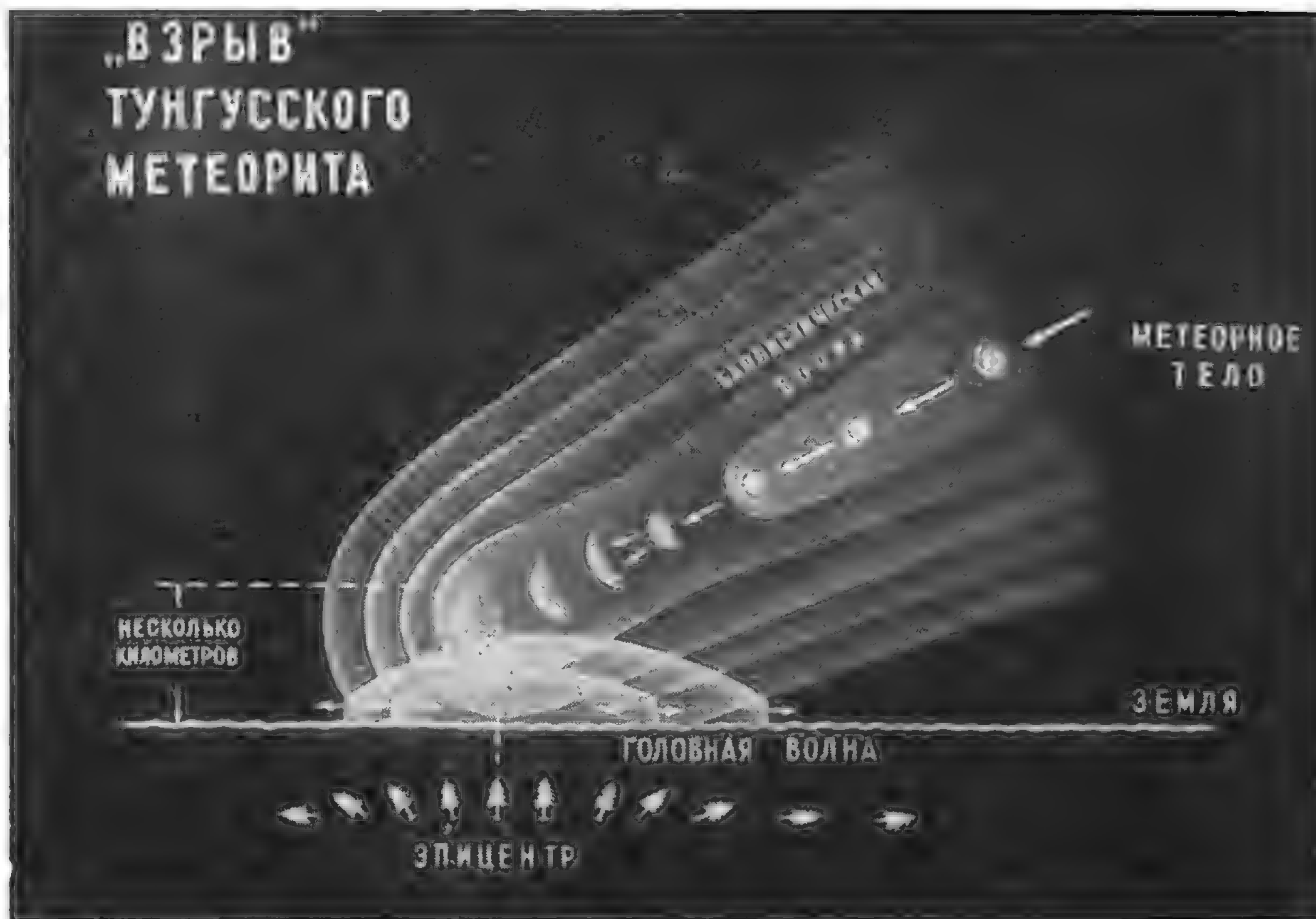


Рис. 5. Распространение баллистической волны от дробящегося метеорита

вызванное дроблением, нетрудно имитировать усилением конечного отрезка детонирующего шнура. Такой осевой взрыв с точки зрения аэромеханики эквивалентен баллистической волне.

Модельный опыт допускает также изменение масштаба. Закон, по которому убывает с расстоянием избыточное давление в волне цилиндрического взрыва, имеет вид

$$P = f\left(\frac{\sqrt{e}}{r}\right),$$

где e — энергия, выделяющаяся на единице длины шнура, а r — расстояние от оси взрыва. Для нас важен не конкретный характер функции f , а то, что она допускает подобное преобразование. При уменьшении e в 100 раз, а расстояния в 10 раз давление не изменится, т. е. если желательно поставить опыт в масштабе 1 : 10, то для сохранения подобия следует произвести взрыв в 100 раз более слабый.

В лабораторных условиях удобно пользоваться шнуром с энергией: 15 г тротила на метр длины, т. е. примерно в 100 млн. раз меньшей, чем при Тунгусской катастрофе. Линейные размеры при этом уменьшатся в 10 000 раз. Поперечник вывала вместо 50 км будет иметь 5 м, высота вместо 10 км только 1 м и т. д.

Для осуществления опыта авторами был построен макет тайги размером 2×3 м (рис. 6). Деревья на нем были сделаны из тонких медных мягких проволочек высотой 3 см, на которых имелась цилиндрическая пластмассовая крона. Проволочки легко гнутся взрывной волной, отмечая тем самым движение ее фронта. Правда, с точки зрения устойчивости они раза в три прочнее тунгусской лиственницы и потому вывал получался на относительно меньшей площади. Это было сделано, чтобы макет не вышел слишком громоздким. Кроме того, высота стерженьков для лучшей обзримости результата взята большей, чем полагается по закону подобия.

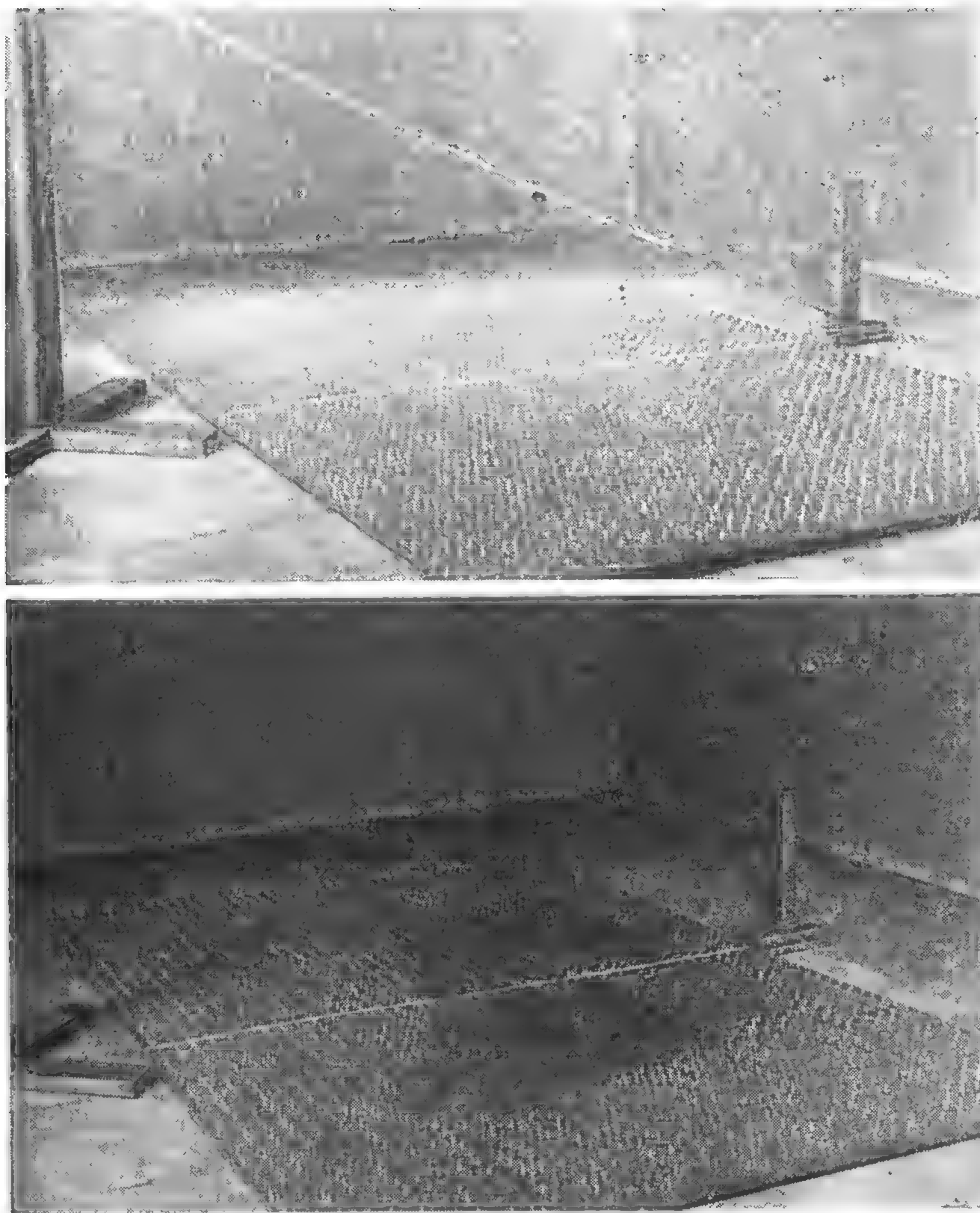


Рис. 6. Макет леса с натянутым над ним шнуром с четырехкратным усилением на конце: *сверху* — до взрыва, *снизу* — после взрыва

Над макетом под различными углами и на разной высоте натягивался детонирующий шнур с различными усилениями на конце. Подрыв шнура производился сверху, а движение волны фотографировалось сверхскоростной камерой. На рис. 7 показан фотоснимок той части волны, где она сильная и светится.

КАК РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ УДАРНАЯ ВОЛНА

Чтобы понять, какие разрушения произведет на земле такая ударная волна, необходимо знать некоторые особенности ее распространения.

Независимо от своего происхождения, ударная волна представляет собой скачок давления, перемещающийся в воздухе. Ее

интенсивность характеризуется избыточным давлением на фронте p . При $p=0,4$ атм разрушаются дома, при $p=1$ атм — железобетонные сооружения; в лесу при $p=0,3$ атм будет повалено 90% деревьев. От избыточного давления зависит и скорость волны. Сильная волна движется быстро, но когда она ослабевает, то ее скорость приближается к скорости звука ≈ 335 м/сек.

Сила механического действия волны на препятствия определяется не только избыточным давлением, но и скоростным напором — потоком воздуха за фронтом волны. Тонкие предметы: стержни, стальные конструкции, деревья, — волна сразу же обтекает. Поэтому на них, в отличие от зданий и других протяженных объектов, оказывает влияние в основном скоростной напор, т. е. действие ударной волны на лес аналогично действию ветра.

Когда ударная волна встречает на своем пути какую-то поверхность, происходит отражение (рис. 8). Отраженная волна движется быстрее, чем падающая, так как распространяется уже в нагретой среде. В результате, при угле падения, большем примерно 45° , обе волны как бы сливаются, образуя головную волну с почти вертикальным фронтом. Это явление называется нерегулярным отражением в отличие от зеркального, свойственного слабым, например звуковым, волнам. Давление в головной волне повышается в несколько раз (до 5!) по сравнению с падающей. При мощных надземных взрывах именно расходящаяся от эпицентра вдоль земли головная волна и производит основное разрушение.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

Первый же модельный взрыв наклонного однородного шнура дал неожиданную и интересную картину вывала в виде двух лепестков, симметричных относительно проекции траектории (рис. 9, а). В лепестках проявлялась елочка. Под концом шнура образовалась зона стоячего леса. Впереди вывал отсутствовал.

Наличие лепестков-крыльев объясняется особенностями нерегулярного отражения. Интенсивность головной волны довольно сложно зависит от давления в падающей волне и от угла отражения. При углах падения между 35 и 65° эта зависимость имеет резкий максимум. Лепестки как раз и расположены там, где волна падает на плоскость макета под этими критическими углами. Используя экспериментальные данные по взрывам, можно рассчитать изолинии горизонтальной составляющей скоростного напора и убедиться, что они совпадают с границей крыльев в нашем опыте.

Взрыв точечного заряда, как и следовало ожидать, произвел радиальный вывал с эпицентральной зоной, где разрушений нет. Короткий, но мощный отрезок шнура создал овальное поле вывала, вытянутое в направлении, перпендикулярном длине отрезка (рис. 9, б).

Шнур с небольшим усилением на конце, натянутый под углом 60° к плоскости макета, образовал поле вывала, расположенное под траекторией (рис. 9, в). Такой же шнур, но с малым углом наклона — 10° , произвел вывал, в хвостовой части которого заметна ярко выраженная елочка. Ее не трудно объяснить. Здесь головная волна имела фронт в форме расширяющегося эллипса, так как возникла вдоль линии пересечения цилиндра и плоскости макета. Стерженьки падали перпендикулярно фронту и образовали поэтому изогнутые линии тока, как это видно на рис. 9, г.

Наилучшее согласие с картой Тунгусского вывала (см. рис. 2) получается при взрыве однородного шнура, наклоненного на $20-30^\circ$ при четырехкратном усилении на конце на отрезке, равном приблизительно половине высоты (рис. 10). Сходство обнаруживается и в форме границы, и в направлении повала и в наличии эпицентральной зоны, где вывал отсутствует. Лучшего сходства трудно ожидать.

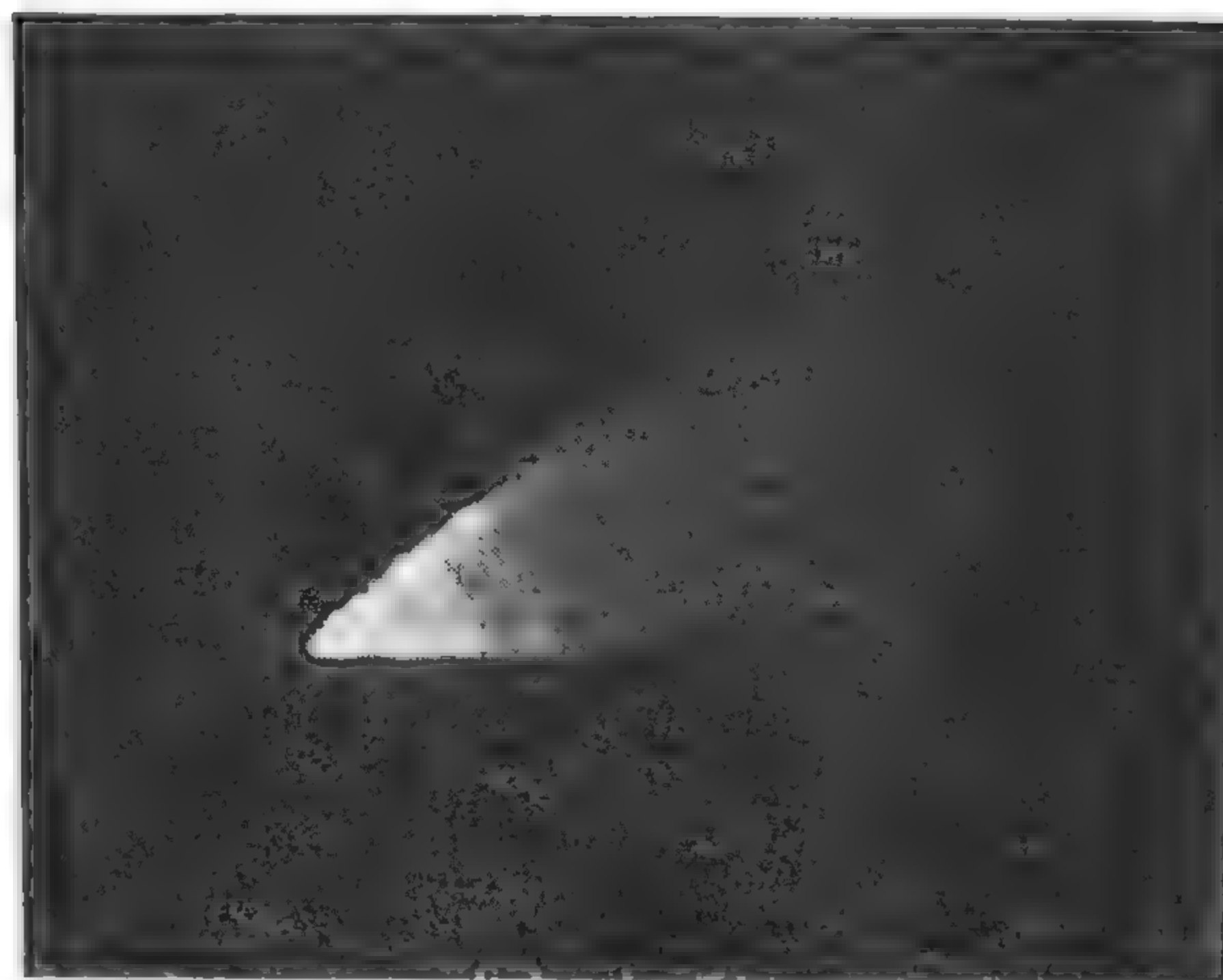


Рис. 7. Моментальный снимок ударной волны от детонирующего шнура: у вершины волна имеет закругление, так как движется значительно быстрее звука

СРАВНЕНИЕ МОДЕЛИ С РЕАЛЬНОСТЬЮ

Таким образом, модельный опыт позволил по картине наземных разрушений восстановить форму волны в пространстве. Она оказывается такой, какой следовало ожидать, если приписывать ей баллистическое происхождение. Действительно, возвратимся к рис. 5. Распространяясь со скоростью несколько больше звуковой, волна, образовавшаяся в результате движения и дробления Тунгусского тела, достигла земли в эпицентре и отразилась. При дальнейшем ее расширении на некотором расстоянии от эпицентра, вдоль линии пересечения с землей возникла головная волна — непосредственный виновник вывала леса. Она расходится от эпицентра, как круг на воде от брошенного камня, оставляя за собой повален-

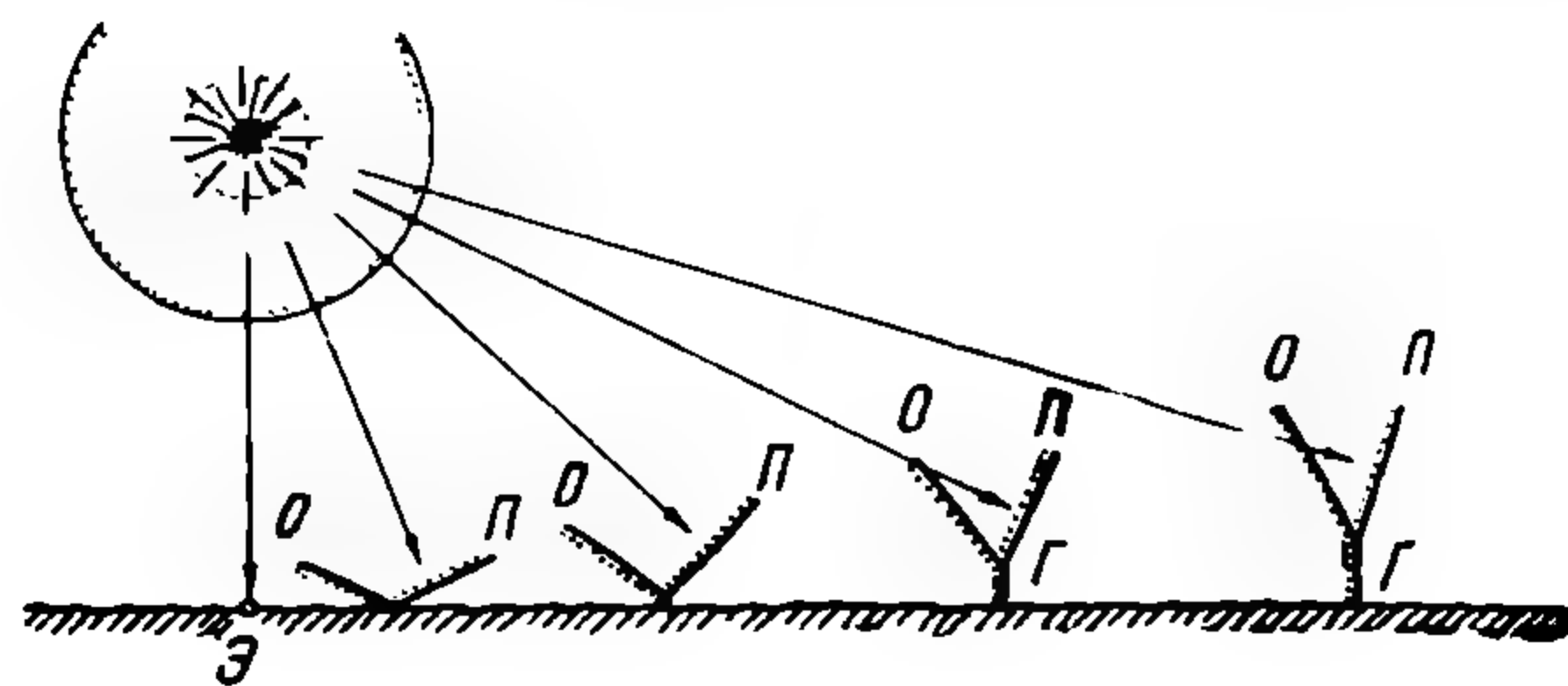


Рис. 8. Отражение ударной волны от преграды при различных углах падения: П — падающая волна, О — отраженная волна, Г — головная волна, Э — эпицентр

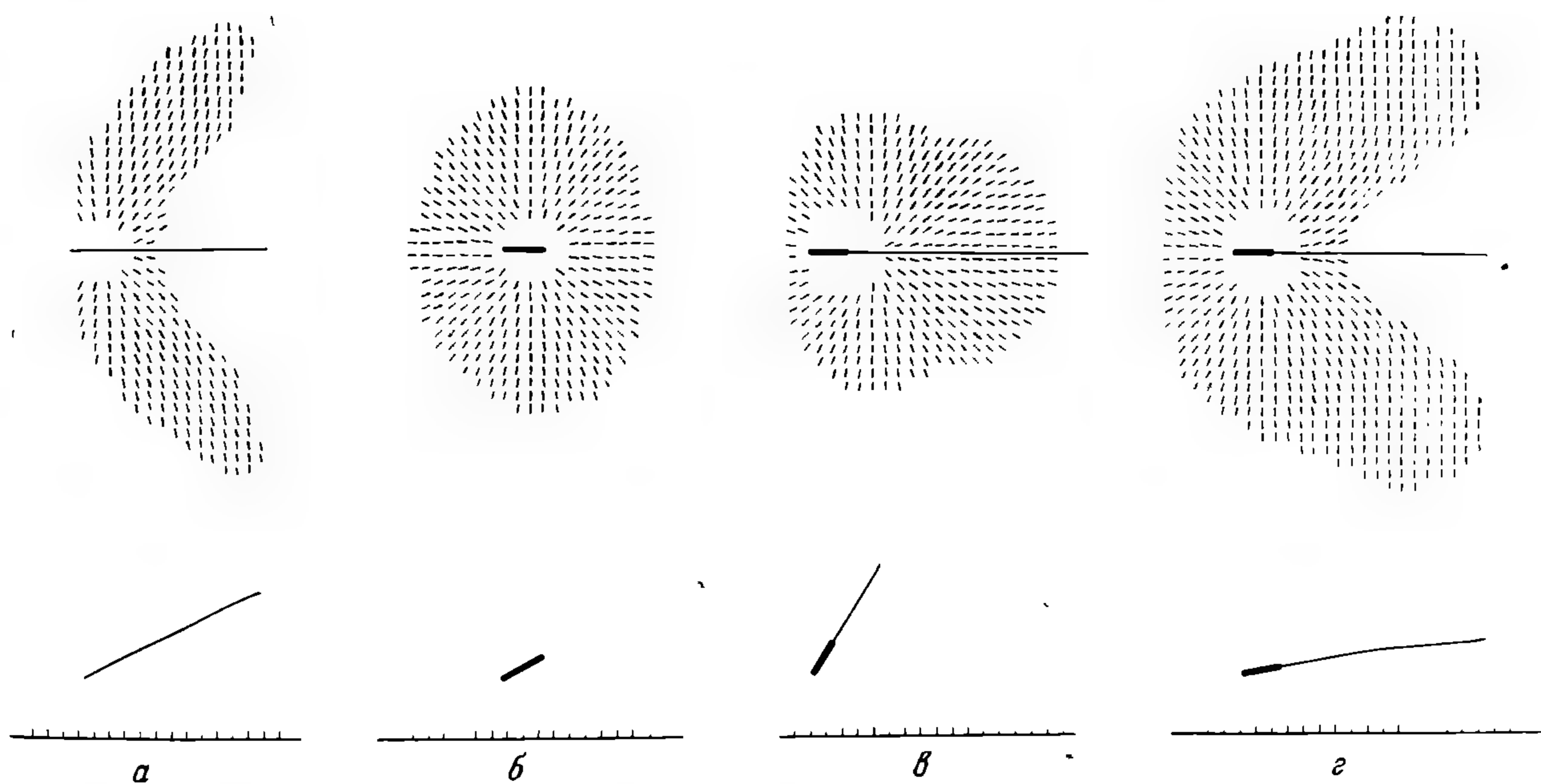


Рис. 9. Картины модельного вывала. Черной линией показана проекция шнура: а — наклон 30° без усиления, б — короткий отрезок, в — наклон 60° с усилением на конце, г — наклоны 10° с усилением на конце



Рис. 10. Картина вывала леса при наклоне шнура в 27° и четырехкратном усилении на конце, имеющая наибольшее сходство с Тунгусским вывалом

ные деревья, постепенно ослабевает и превращается в звуковую волну.

Нетрудно видеть, что фронт головной волны впереди эпицентра имеет почти круговую форму, поэтому и вывал будет там радиальный. А сзади фронт — близок к эллиптическому, поэтому и линии тока, вдоль которых упадут деревья, получатся изогнутыми, образуется «елочка».

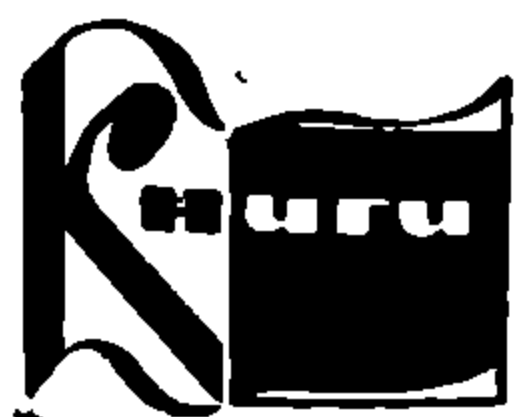
Из модельных опытов можно сделать вывод, что ось симметрии Тунгусского вывала (см. рис. 2) является проекцией траектории, т. е. метеоритное тело двигалось с востока—юго-востока. Из опытов также видно, что конец траектории располагается не точно над эпицентральной зоной, а несколько дальше. Поэтому падение потерявших скорость после дробления осколков Тунгусского тела следует ожидать не в районе Южного Боло-та, а значительно дальше. Впрочем, если тело состояло, как ядра комет, из льда, то на

находку осколков надеяться не приходится. Летом прошлого года авторы осмотрели этот интересный район, обнаружили несколько «подозрительных» полянок. Однако выводы о падении там чего-либо сделать было нельзя. Надо производить раскопки.

Гипотеза о баллистической природе проясняет много вопросов, но она отнюдь не претендует на полное раскрытие всех деталей Тунгусского падения. Сложную цепь взаимопересекающихся явлений, о которых говорилось в начале статьи, еще нельзя считать объясненной и согласованной. Это — дело будущего.

Как показала история изучения Тунгусского метеорита, он представляет собой такую научную задачу, которая может быть разрешена не эффектным штурмом, а планомерной осадой со всех сторон.

УДК 523.51; 534.222.2.



А. И. Журавлев, В. Н. Тростников
СВЕЧЕНИЕ ЖИВЫХ ТКАНЕЙ

Изд-во «Наука», 1966, 128 стр.,
ц. 19 коп.

Живое свечение, излучение света животными и растениями, биолюминесценция — как много удивительного и заманчивого таит в себе это широко распространенное в природе явление! Мерцает гнилой пеня, яркими вспышками загорается светлячок, «горит море», «лес в огне». Вспомним описание «горящего моря», которое дал в своей знаменитой книге «Путешествие на корабле «Бигль» Чарльз Дарвин. «Как-то в очень темную ночь, когда мы проплывали несколько южнее Ла-Платы, море представляло удивительное и прекрасное зрелище.

Дул свежий ветер, и вся поверхность моря, которая днем была сплошь покрыта пеной, светилась теперь слабым светом. Корабль гнал перед собой две волны, точно из жидкого фосфора, а в кильватере тянулся молочный свет. Насколько хватало глаз светился гребень каждой волны, а небосклон у горизонта, отражавший сверканье этих синеватых огней, был не так темен, как небо над головой».

В чем причины этих кажущихся таинственными излучений? Каковы физические и химические основы этих свойств живой природы? О них рассказывают авторы этой интересной книжки, выступая гидами своеобразного путешествия в мир светящихся организмов. Читатель узнает о длительной истории исследования

биолюминесценции, об особенностях свечения всех известных светящихся животных, о сверхслабом свечении тканей млекопитающих, которое можно обнаружить лишь при помощи чувствительных электроннооптических приборов, об отличии этого рода свечений от видимой глазом биолюминесценции. Перспективы использования свечения тканей млекопитающих в науке многообещающие. В результате сложных химических реакций, которые происходят в клетках, молекулы внутриклеточных структур превращают часть химической энергии в энергию фотонов. Их можно улавливать приборами и получать информацию о внутренней молекулярной жизни клетки. Развивается квантовая биология — новая отрасль биофизики.



Прибой у западного берега острова Медвежьего

ГЕОЛОГИ-АКВАЛАНГИСТЫ НА ОСТРОВЕ МЕДВЕЖЬЕМ

А. В. Лоскутов
Кандидат геолого-минералогических наук
г. Апатиты

В практику работы геологов все больше входит различная, часто сложная и совершенная техника: вертолеты, вездеходы, новейшее буровое оборудование. Но такое простое приспособление, как акваланг, до сих пор считается принадлежностью спортсменов и немногих профессионалов, занимающихся изучением берегов и подводной археологией. Между тем непосредственное геологическое исследование мелководья крупных водоемов означают расширение возможностей геологов в изучении недр: с прибрежной зоной моря связаны, например, специфические месторождения полезных ископаемых (прибрежные россыпи).

САМОРОДНОЕ СЕРЕБРО

В одном из самых живописных мест Кольского полуострова, в Порьей губе Белого моря, есть маленький необитаемый островок. Он имеет округлые очертания и едва достигает 1 км в диаметре. В центре острова расстилается заросшая смешанным лесом долина, с трех сторон окруженная возвышенностями и открытая к северо-западу мелким песчаным пляжем. За ней берега острова скалистые и почти лишены растительности. Только изредка прижимаются к

скалам причудливо изогнутые низкорослые сосны.

В береговых обрывах обнажены древние горные породы: темно-зеленые амфиболиты, розовато-серые гнейсы, красноватые щелочные граниты. Они собраны в крутые вытянутые в северо-западном направлении складки и пересечены розовыми негматитовыми и белыми кварцевыми жилами. Каменные глыбы местами отвесно, местами полого наклонными гигантскими ступенями опускаются в море.

Таким предстал перед нами некогда зна-



Скальные выходы горных пород на юго-западном берегу острова

менитый о-в Медвежий — первое в Европейской части России месторождение самородного серебра. Оно было открыто 1732 г. тремя русскими рудоискателями, жителями города Архангельска, Федором Прядуновым, Егором Собинским и Федором Чирцовым. Разработка месторождения началась в 1734 г. и продолжалась шесть лет. Всего удалось добыть около 40 пудов серебра, причем добыча год от года уменьшалась и к 1740 г. прекратилась совсем¹.

Причины быстрого прекращения горных работ на месторождении долго оставались неясными. Тогда было сложно решить — иссякло ли само месторождение или горные работы прекратились из-за технических и организационных неполадок. Позже Медвежий неоднократно посещался правительственными чиновниками и частными предпринимателями, но рудник так и не был восстановлен.

Только в первой четверти XX в., после беломорских исследований известных русских геологов Е. С. Федорова, Д. С. Беякина, Б. М. Куплетского и И. И. Гинзбурга, об этом месторождении были получены достоверные сведения. Оказалось, что на о-ве

Медвежьем и в других пунктах Кандалакшского берега Белого моря распространены гидротермальные, преимущественно кальцитовые по составу, жилы с бедным свинцово-цинковым оруденением. Самородное серебро, по-видимому, было приурочено к самым верхним, ныне полностью разрушенным частям таких жил. На Медвежьем, вероятно, существовало местное скопление обломков, среди которых прямо на дневной поверхности и находили самородки (многочисленные и довольно глубокие шахты, пройденные по жилам, на острове и в разных пунктах побережья, по всем признакам никогда не давали серебра).

В наши дни такое месторождение не привлекло бы внимания из-за ничтожности его размеров. Однако жилы с полиметаллическим оруденением представляют некоторый интерес как одно из проявлений поздних глубинных процессов рудообразования, с которыми потенциально могут быть связаны месторождения различных полезных ископаемых.

Беломорские жилы не только интересны в научном отношении, но и очень эффектны по своему внешнему виду. В белоснежный кальцит — минерал, составляющий основную массу жильного тела, — вкраплены серебристые блестки галенита (сульфид свинца), медово-желтые и зеленоватые кристаллики сфалерита (сульфид цинка), фиолетовые, зеленые или розовые кубики флюорита (минерал фтора). В небольших пустотках

¹ Несколько самородков с Медвежьего было передано в академический «Музей натуральной истории». Часть из них сохранилась до наших дней и сейчас находится в Минералогическом музее АН СССР в Москве. Эти самородки описаны М. В. Ломоносовым и Гмелиным в «Минеральном каталоге», вышедшем в свет в 1745 г.



Константин Лохоня перед спуском в воду

среди жильного кальцита можно найти бесцветные кристаллы исландского шпата, прозрачные призмочки горного хрусталя и нежные, как цветы, скопления розовых и красных пластинок апофиллита — довольно редкого силиката.

Итак, небольшой группе сотрудников Геологического института Кольского филиала АН СССР было поручено обследовать беломорские гидротермальные жилы и восполнить некоторые пробелы в их изучении.

ПОДГОТОВКА И ПЕРВЫЕ ПОГРУЖЕНИЯ

Наш полевой минералогический отряд в летние сезоны 1961—1963 гг. совершил три кратковременные поездки на Белое море. Прежде всего мы убедились в правильности уже давно установленной закономерности размещения беломорских жил — жильные тела простираются вдоль узкой прибрежной полосы, многие из них обнажаются на литорали и в прилив полностью заливаются водой. Некоторые жилы удается проследить на суше лишь на протяжении нескольких метров, так как другие их части находятся ниже уровня моря. Нам также предстояло

проверить сведения о большой протяженности жильных тел и возможности распространения жил на морском дне вблизи побережья.

Самые интересные наблюдения предстояло провести на глубинах 10—20 м. После рекогносцировочного осмотра Порьей губы вблизи Медвежьего, выполненного нами при помощи самого примитивного снаряжения летом 1961 г., наш отряд, оснащенный всем, что нам казалось необходимым¹, в августе 1963 г. прибыл на остров.

Прежде всего следовало ознакомиться с рельефом дна и распространением коренных пород вокруг острова для определения участков, заслуживающих более детального обследования. Прозрачность воды (8—12 м по белому диску) в этом районе Белого моря допускала осмотр дна с лодки при помощи застекленной трубы лишь на ограниченных участках. Исследование дна пловцами в легком гидрокombineзоне с маской, дыха-

¹ Мы имели комплекты аквалангов «Подводник-1М», гидрокостюмы ГКП-4, тонкие резиновые гидрокombineзоны, две кинокамеры («АК-16», и «Киев-16С»), бокс для подводной киносъемки, а также обычное снаряжение «сухопутных» геологов. В качестве транспорта использовались рыбачий катер и надувная резиновая лодка.

тельной трубкой и ластами оказалось значительно эффективнее. Акваланг и более тяжелые гидрокостюмы требовались лишь на глубинах, превышающих 20 м. Работа на глубине свыше 25—30 м затруднялась очень слабой освещенностью и малой дальностью обзора. Эффект повышения освещенности у дна проявлялся слабо, по-видимому, из-за небольшой отражательной способности темных беломорских плов. На глубине 30—35 м дно появляется из темноты неожиданно и в непосредственной близости от маски пловца, причем видимость быстро ухудшается, так как от движения воды ил взмучивается и облаком застилает большое пространство.

Красоты подводных пейзажей, описанию которых теперь уделяется так много восторженных страниц в советской и зарубежной литературе, не оставляли равнодушными и нас. Однако такие неперенные элементы этих пейзажей, как лес водорослей и даже вездесущие медузы (к концу лета их становится особенно много), у геолога часто вызывают досаду: не так-то просто ныряльщику определить, что скрыто под гигантскими листьями морской капусты и плотными кустами фукусов.

Каждый нырок открывает перед нами все новые и новые картины подводного мира. В призрачном зеленоватом свете слегка колышутся разнообразные по формам и окраске водоросли. Перед нашими масками медленно, пульсирующими движениями, плывут полупрозрачные медузы. Вот нас окружает серебристое облачко мальков, а внизу, в пышном кусте морской капусты, увлеченно роется треска, взмучивая ил. Рука невольно тянется к подводному ружью, но нет, пожалуй, интереснее все это заснять. Дальше, среди высоких — в рост человека — шелковистых водорослей вдруг открывается совсем «земная» полянка, поросшая нежной зеленой травкой.

Вот на море начинается волнение. Под слоем воды в 5—10 м оно почти не заметно, но резко меняется освещение — становится тревожным от частых перебегающих бликов. Взгляд вверх — и еще одно необычайное зрелище. Над нами прибой, мы наблюдаем его, как подводные жители. Сверкающая поверхность, заменяющая здесь свод неба, вся в причудливых разводах пены. На темном фоне скал искрятся стремительные вихри пузырей. Бешено крутятся гривы водорослей. Через несколько минут желтоватый туман ила, взбаламученного волнами,

медленно сползает на нас. Видимость исчезает. Надо выходить на поверхность.

ШАХТЫ И ЖИЛЫ ПОД ВОДОЙ

Один из нас в легком снаряжении и с хорошо подобранным свинцовым грузом на поясе плыл вдоль берега и осматривал широкую прибрежную полосу. Вторым участником работы, готовый к погружению, в резиновой лодке сопровождал пловца, измеряя лотом глубину, отмечал буйками интересные места для последующей более точной привязки, записывал наблюдения.

Такая организация осмотра дна гарантировала безопасность плавающего. Он мог без отдыха находиться в воде около часа. Затем мы менялись местами. Недоступные ныряльщику участки, если они представляли интерес, позднее осматривались с аквалангом.



Подводная часть рудной жилы у шахты «Надежда»



Отвалы шахты «Орел»

Оказалось, что подводные части берегов острова резко асимметричны. Обрывы обращенного к открытому морю южного берега ниже уровня отлива переходят в полого опускающееся к югу обширное галечное мелководье с глубинами от 2 до 15 м. Скальные выходы горных пород восточного и северо-восточного берегов крутыми уступами уходят на глубину 30—50 м, где сменяются относительно ровной заиленной поверхностью дна залива. Северо-западный и западный берега, обращенные к проливу между о-вами Медвежьим и Хедостровом, имеют иное строение. Здесь коренные породы слагают наклонную площадку, которая на глубине примерно 5 м переходит в крутой галечный уступ, высотой 5—10 м. Далее следует полого вогнутый заиленный желоб дна пролива. В центре пролива, вдоль его оси, протягивается гряда коренных пород, местами поднимающихся до поверхности моря.

При осмотре берегов острова мы обратили внимание на то, что на современном уровне моря и значительно выше его скальные вы-

ходы имеют отчетливые знаки воздействия волн — волноприбойные ниши, «котлы» и др. Они наблюдаются до глубины около 5 м и отсутствуют ниже этого уровня. Подводные коренные выходы в центре пролива также не имеют ясных признаков волновой обработки. Их сглаженные формы и глубокие субмеридиональные шрамы, по-видимому, возникли под воздействием ледника. О значительной роли ледниковых процессов в формировании подводного рельефа Порьей губы свидетельствуют также находки на галечных отмелях у южного берега острова гальки и валунов горных пород, чуждых району, в частности нефелиновых сиенитов, сходных с хибинскими.

Эти «сухие» наблюдения многое говорят геологу. Перед его мысленным взором они вызывают живые картины движения древнего ледника, который когда-то «обтекал» каменные бока острова, «пропахивал» с обеих его сторон глубокие желоба и оставлял в «теневой» (по отношению к направлению движения ледника) южной стороне

скалистой возвышенности массу обломков горных пород. Перемытые и окатанные морем обломки, принесенные ледником, и составляют, вероятно, отмель у южного берега.

После определения участков распространения коренных пород их обследование и нанесение на карту могло выполняться уже обычными методами «сухопутной» геологической съемки, но с применением легководолазного снаряжения. Однако нам предстояло найти и проследить среди подводных скальных выходов сравнительно маломощные кальцитовые жилы.

Самым благоприятным местом для этой цели был пролив, омывающий остров с запада, так как известно, что жилы сосредоточены в северо-западной части острова и ориентированы примерно перпендикулярно к береговой линии.

В нижней части обрывистого западного

берега, в 6 м от уреза воды, расположена шахта «Надежда». Она пройдена в темно-зеленых амфиболитах по вертикальной кальцитовой жиле. Ствол шахты залит водой и недоступен для обследования. Жила, приуроченная к зоне тектонического нарушения пород типа сброса, видна в стенке обрыва. В этом месте она маломощна и бедна рудными минералами. Было решено искать жильное тело на дне пролива.

Близ берега, на глубине 1—2 м в отлив, была расчищена полоса дна поперек намеченного направления. Этим способом удалось обнаружить коренной выход кальцитовой жилы с бедным свинцовым оруденением. Мощность жильного тела на расчищенном участке составляла 0,5 м. Проследивание найденной жилы в западном направлении (в сторону моря) было уже сравнительно простой задачей. Правда, некоторые затруднения аквалангисты испыты-



Шахта «Бояре»

вали при взятии образцов, но позднее мы научились это делать при помощи зубила и кувалды.

За три дня жила была осмотрена на протяжении 25 м. По мере продвижения к западу ее мощность постепенно уменьшалась и на глубине 6 м она выклинилась окончательно. Тщательный осмотр коренных выходов в центре пролива показал, что на линии простираения жилы горные породы имеют признаки разрывных нарушений (станцеватость, смещение пегматитовых тел), но кальцитовые жилы в этих зонах отсутствуют.

При осмотре шахты «Надежда» было сделано еще одно любопытное наблюдение. Обычно устья шахт окружены крупными стволами переработанной породы. Эти отвалы для минералога представляют особый интерес. Как по нескольким осколкам археолог восстанавливает облик древнего сосуда, так и минералог, изучая обломки жильных тел и вмещающих пород, может получить не только представление о составе, но и обнаружить такие детали внутреннего строения, которые далеко не всегда удается выявить при осмотре жил в коренном залегании¹.

Глубина шахты «Надежда» в настоящее время 26 м. Возможно, что ее ствол частично засыпан. Кроме того, эта шахта на разных уровнях имеет горизонтальные рассечки. Элементарный расчет показывает, что у такой горной выработки отвалы должны быть объемом не меньше 100 м³, а вокруг устья «Надежды» нет ни одного обломка породы. Естественно было предположить, что порода по мере проходки шахты сбрасывалась в воду. Так как глубина моря здесь небольшая (1—5 м), мы ожидали увидеть отвалы под водой вблизи берега и... ничего не нашли! Дно рядом с шахтой ничем не отличалось от соседних участков — как и везде, сглаженные скальные выходы горных пород были прикрыты галечником и мелкими валунами.

Мы строили самые различные предположения о причинах такого загадочного исчезновения крупных отвалов и только к концу сезона наши недоумения рассеялись. Все объяснила находка двух довольно хорошо окатанных небольших валунов с отчетливыми прямыми желобками — явными следами

шпуров. Один из валунов был найден на дне у самого берега в 120 м южнее шахты, а второй — примерно в 200 м, в зоне отлива.

Да, отвалы действительно сбрасывались в воду, но море не сохранило их. Волны швыряли обломки камней, окатывали, ударяя друг от друга и о скалы, терли мелкими песчинками, разносили вдоль берега. И вот результат — отвалы исчезли!

Сколько же морю потребовалось времени на такую гигантскую работу? Мы знаем, что шахта «Надежда» пробивалась в первые годы нашего века. Следовательно, для этого оказалось достаточно 60 лет.

Легководолазное снаряжение оказало нам неожиданную услугу при осмотре шахты «Бояре», расположенной на восточном берегу острова. Эта шахта также пройдена у самого берега и не имеет отвалов. Ее глубина едва достигает 10 м и она почти до краев заполнена водой. Уровень воды в шахте метра на два выше уровня моря. В западной и восточной стенках выработки хорошо видна мало-мощная кальцитовая жилка, пересекающая пегматитовую жилу. Последняя слепо заканчивается у северного бока кальцитовой жилы. Создается впечатление, что тело пегматита как ножом срезается кальцитовой жилой. Для геолога такая картина не вызывает сомнений — это разрывное нарушение горных пород со смещением блоков пород севернее и южнее кальцитовой жилы. Для определения характера и величины смещения необходимо было найти южное продолжение пегматита. Мы не имели возможности откачать воду из шахты и один из нас вызвался осмотреть стенки затопленного ствола при помощи акваланга. Это удалось сравнительно легко, несмотря на очень низкую температуру воды в шахте и плохую освещенность. Оказалось, что опущен не южный, а северный блок, а величина смещения не превышает одного метра.

* * *

В конце августа, с наступлением поры осенних штормов, подводные работы пришлось прекратить. Мы увозили с острова много новых впечатлений, интересные, часто неожиданные, геологические наблюдения, сотни метров отснятой киноплёнки и, разумеется, твердую уверенность в необходимости проводить и впредь подводные геологические исследования в Белом море, но на более высоком техническом уровне.

¹ На Медвежьем особенно интересны оказались отвалы у самой старой и глубокой (46 м) шахты «Орел».

ОБИТАТЕЛЬ ВЫСОКИХ ШИРОТ

С. М. Успенский

Доктор биологических наук

Ф. Б. Чернявский

Кандидат биологических наук

Москва

На первый взгляд может показаться странным, что на севере Гренландии, около 82° с. ш., по соседству с могучими ледниками, невзирая на жестокую стужу, частые пурги и исключительно скудную растительность «арктических пустынь», круглый год живут крупные травоядные животные из отряда парнокопытных — овцебыки. Какие же особенности присущи этим удивительным животным, зимующим, например, на Земле Пири, откуда откочевывают на юг все птицы и наземные млекопитающие, за исключением леммингов, ведущих подснежный образ жизни?

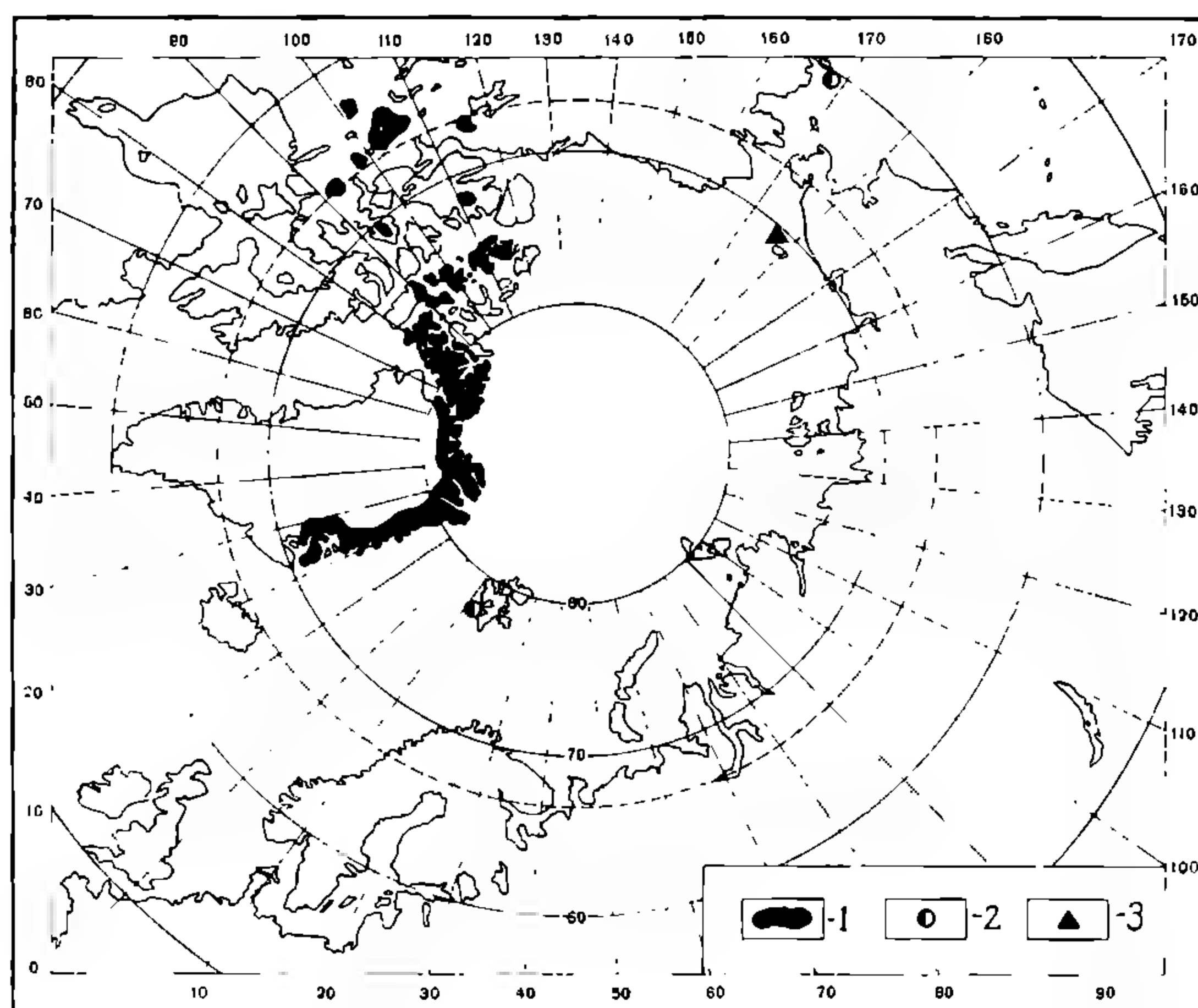
Весь облик овцебыка с его массивным, коренастым туловищем на толстых, коротких ногах, крошечными ушами, совсем скрытыми мехом, очень коротким хвостом и длинной шерстью темно-коричневого цвета, из-под которой едва видны голова и конечности, свидетельствует о приспособленности этого вида к суровым климатическим условиям Арктики. Длина волос овцебыка достигает 60—70 см; свисая с боков, они доходят почти до самой земли. Эта прочная ость скрепляет обильный подшерсток в мощный теплоизолирующий слой, надежно предохраняющий тело от переохлаждения. Довольно широкие копыта с прочным роговым слоем позволяют овцебыку выкапывать корм из-под плотного снега.

Своим внешним видом это животное действительно напоминает быка, и лишь изучение особенностей строения черепа и зубов помогает обнаружить его родственные связи с группой козлов и баранов, к которым оно стоит гораздо ближе, чем к настоящим быкам. Распространенное в прошлом название «мускусный бык» связано с тем, что от взрослых самцов этих животных в период гона исходит запах мускуса, издаваемый секретом особых желез, расположенных под глазами.

Современные овцебыки, представленные единственным видом (*Ovibos moschatus*

Zimmerm.), — лишь жалкие остатки большой группы, некогда широко распространенной в Европе, Азии и Северной Америке, где их ископаемые остатки встречаются вплоть до 45° с. ш. Сравнительно еще совсем недавно, в конце последнего следенения, ареал овцебыков носил кругополярный характер и охватывал обширные пространства северной Голарктики. Овцебыки водились там вместе с такими животными, как мамонт, шерстистый носорог и северный олень. Относительно причин резкого сокращения ареала овцебыков в послеледниковое время среди ученых нет единого мнения. Одни полагают, что основной причиной их вымирания следует считать потепление климата, расширение площадей, занятых лесной растительностью, и увеличение глубины снежного покрова, тогда как другие перекладывают «вину» уничтожения овцебыков на первобытного человека.

В настоящее время овцебыки сохранились лишь на северном и северо-восточном побережье Гренландии, на некоторых островах Канадского арктического архипелага и в ряде мест Северной Канады, к северо-западу от Гудзонова залива (рис. 1). Известна даже приблизительная численность зверей — всего их около 15—18 тыс. Причем за последние 20 лет в результате деятельной охраны их



Современный ареал овцебыка и места успешной его акклиматизации. 1 — область современного распространения овцебыка; 2 — пункты успешной его акклиматизации; 3 — остров Врангеля — наиболее пригодное место для выпуска овцебыков в пределах Советской Арктики

стало немного больше. Область нынешнего распространения овцебыка имеет довольно своеобразный климат, основная особенность которого — сочетание низких температур с незначительным количеством осадков. Зимой овцебыки предпочитают держаться на обширных плато и приморских террасах с ровной поверхностью, откуда снег сдувается ветром, обнажая участки со скудной растительностью, или слой снега на которых достаточно тонок для того, чтобы животные могли «копытить» себе корм. Весной по мере того, как стаивает снег, а также летом и осенью они придерживаются участков с наиболее богатой растительностью — речных долин и сравнительно низких участков тундры.

Характерная особенность образа жизни овцебыка — его относительная оседлость; сколько-нибудь длительных миграций животные, как правило, не совершают. Возможность продолжительного существования стада на сравнительно небольшой площади определяется очень интересной экологической особенностью овцебыков. Речь идет об их способности исключительно полно использовать для питания окружающую растительность, как бы скудна она ни была.

Овцебыки в основном питаются листьями и побегами многочисленных разновидностей полярных ив, злаками, осоками, а также арктическим разнотравьем — остролодчиком, астрагалом, мытником. Иногда поедаются и лишайники.

Овцебыки живут стадами. Летом обычно преобладают небольшие группы, состоящие из самок с молодыми животными. Попадают также отдельные стада самцов и самцы-одиночки. В период размножения (конец июля — август) самцы образуют так называемые «гаремы», в которых бывает до десяти и более самок. Зимой стада имеют смешанный состав и достигают иногда 100—150 голов.

Половой зрелости овцебыки достигают сравнительно поздно — лишь на четвертый год. Во время гона самцы ожесточенно дерутся между собой, разбегаясь и сталкиваясь рогами, как это делают козлы и бараны. В апреле или мае самка приносит теленка; потом-

ство у самок овцебыков появляется раз в два года. Медленные темпы роста поголовья стада объясняются относительно низкой плодовитостью и поздними сроками достижения половой зрелости.

Из хищников только волк в какой-то степени опасен для овцебыков, и то лишь для «одиночек». Стадо же успешно обороняется от волков, образуя так называемый «защитный круг», внутри которого находятся телята и иногда самки, а по периферии — взрослые самцы, выставившие во все стороны свои рога.

Наиболее тяжелые испытания выпадают на долю овцебыков зимой, особенно во второй ее половине. Низкая температура им не страшна, но эти сравнительно коротконогие животные, ведущие к тому же оседлый образ жизни, могут пережить холода только в условиях относительного малоснежья. В то время как овцебыки довольно легко переносят морозные и вьюжные зимы, малейшие оттепели могут окончиться для них гибелью, так как влекут за собой гололед и связанную с ним бескормицу.

Для человека наибольшую ценность представляет мясо овцебыка, особенно жирное и высококачественное осенью. Первые



полярные экспедиции в Гренландию и Канадскую Арктику существенно пополняли свои продовольственные запасы за счет мяса овцебыков. Шерсть этих копытных не уступает овечьей. Шкура, особенно у молодых, может быть использована как кожевенное сырье. В раннем возрасте они легко приручаются.

С начала нынешнего столетия неоднократно предпринимались попытки акклиматизации овцебыка вне пределов его современного ареала. В ряде стран эти попытки окончились неудачей (Швеция, Исландия, Норвегия). Это объясняется главным образом неблагоприятными для этих животных особенностями местного климата — слишком теплого и влажного. Известны и случаи успешной акклиматизации — на Шпицбергене и на Аляске. На Шпицбергене в 1929 г. было выпущено 17 овцебыков, а сейчас, несмотря на то, что значительная часть животных была истреблена во время второй мировой войны, стадо насчитывает свыше 50 голов. На Аляске, после выдерживания в загоне близ г. Фербенкса, в 1935 г. 31 овцебыка перевезли на самолетах на о-в Нунивак (Берингово море). В 1958 г. это стадо состояло уже из 180 особей.

Вопрос о возможности акклиматизации овцебыка в Советской Арктике обсуждался довольно широко. Большинство авторов, указывая на хозяйственную ценность этих животных, было единодушно в том, что наиболее подходящие места для их выпуска — это наши арктические острова, а также северный Урал, Таймырский полуостров и не-

которые районы северо-восточной Сибири. Основной смысл акклиматизации овцебыка в Советском Союзе заключается, по нашему мнению, в том, чтобы заполнить пустующую экологическую нишу достаточно ценным и очень специализированным видом, который смог бы использовать огромные по площади пространства высокоширотной арктической тундры более полно, чем это в состоянии сделать северный олень.

После того, как в самое последнее время правительство Канады выразило согласие продать партию овцебыков Советскому Союзу, нужно уже окончательно выбрать место выпуска. Одно из наиболее подходящих для этих целей мест — о-в Врангеля. Здесь широко распространены сообщества из дриад, кобрезии и стелющихся ив, столь характерные для Гренландии и Канадского архипелага. В то же время видовой список кормовых растений на о-ве Врангеля оказался более разнообразным, чем в тех местах, где сейчас живут овцебыки. Особенно богато представлены именно те растения, которые всюду составляют основу кормового рациона овцебыка — кустарничковые ивы, злаки и осоки.

Таким образом, по климату и пастбищно-кормовым условиям о-в Врангеля, в пределах Советской Арктики, одно из наиболее пригодных мест для обитания овцебыка. После выпуска животных и накопления племенного материала овцебыков можно будет расселить в другие районы.

УДК 752

АЛМАЗЫ ЯКУТИИ

Б. М. К р я т о в

Москва

ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ

Отдельные единичные находки кристаллов и россыпные месторождения алмазов в Якутии были известны давно. Еще в 1948 г. группа якутских геологов провела поисковые работы в бассейне Нижней Тунгуски и на притоках этой реки обнаружила первые алмазоносные россыпи. На следующий год они были встречены на Вилые. Это послужило началом геологических исследований на территории Якутии. Однако корен-

ной источник месторождений алмазов оставался тайной.

Мы знаем, что в Африке и в Индии коренные месторождения алмазов представлены кимберлитовыми телами — это так называемые «трубки взрыва». Известный советский геолог акад. В. С. Соболев еще в начале 40-х гг., изучая геологию платформенных областей Африки, Индии, Австралии и Бразилии, пришел к заключению о тождестве геологического строения Сибирской платформы с платформами этих конти-



Открытые разработки алмазов

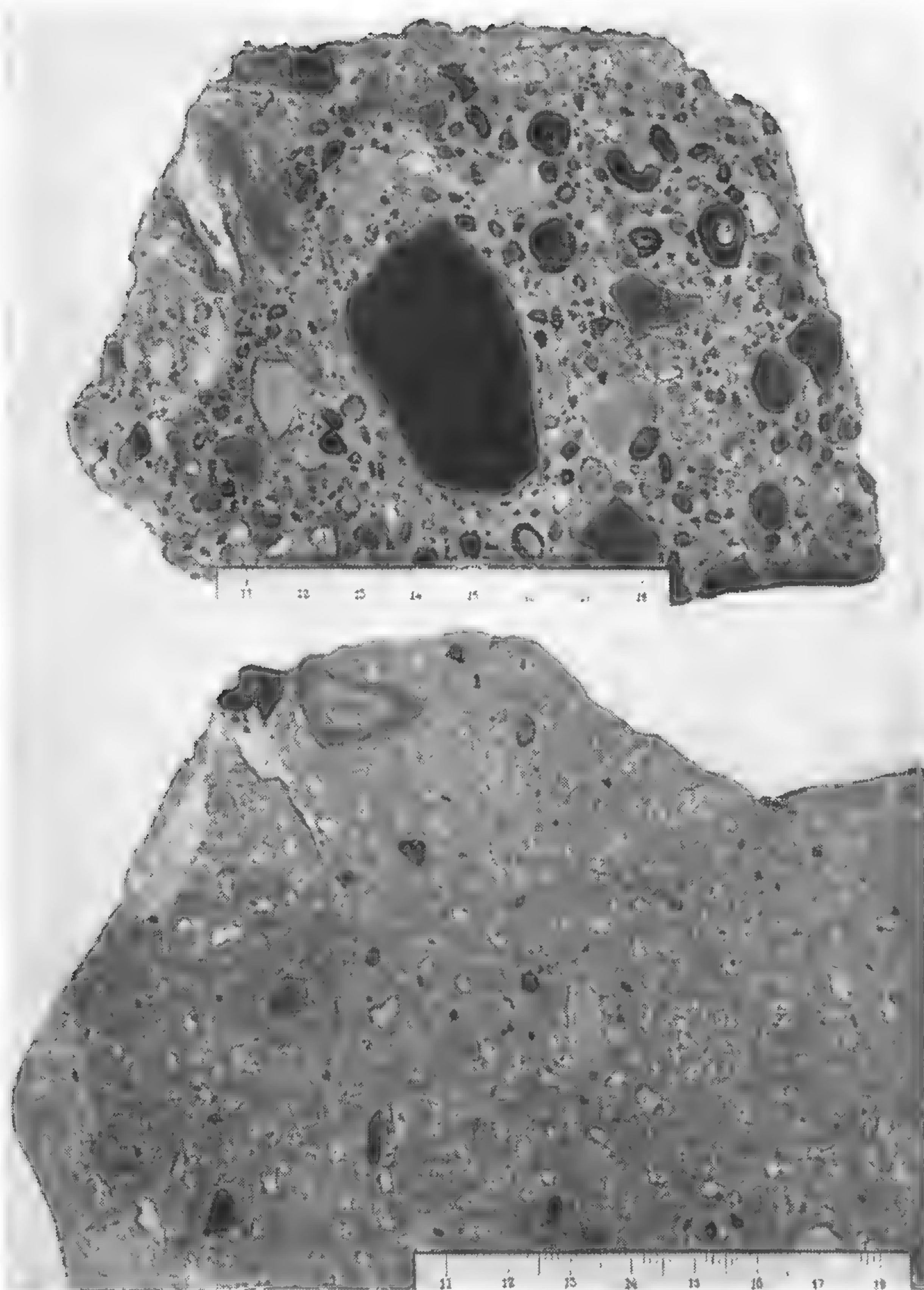
нентов. Тем самым было высказано предположение о возможном присутствии кимберлитов и на Сибирской платформе.

Следующий этап открытия коренных месторождений алмазов относится к изучению минералогии россыпей притоков р. Вилюя. В шлихах¹ был обнаружен минерал гранат-пироп — спутник алмазов в районах развития кимберлитовых тел в других странах. И вскоре геологи увидели первую в Союзе кимберлитовую «трубку взрыва». Ее назвали «Зарницей». Она действительно явилась предвестником дальнейших открытий коренных месторождений алмазов: после 1954 г. был выявлен целый ряд кимберлитовых тел и в других районах Якутии.

В последнее время площадь распространения алмазов на Сибирской платформе значительно расширилась. Кимберлитовые трубки обнаружены на Алдане, Анабаре и Енисейском кряже. Всего сейчас открыто более 200 кимберлитовых трубок. Следует указать, что как в Африке, так и на Сибирской платформе количество трубок с промышленным содержанием алмазов очень незначительно. Большинство трубок не содержит их, или алмазы присутствуют в непромышленных концентрациях. В частности, из 200 кимберлитовых трубок (по данным 1957 г.) в Африке выгодны для разработки только 25.

Кроме трубок, алмазы добываются еще из россыпей. В последние годы геологами обнаружены перспективные алмазоносные россыпи на Анабаре.

¹ Шлих — тяжелая фракция минералов, полученная в результате отмычки рыхлых отложений или дробленых горных пород.



Образцы кимберлитовых брекчий трубки «Зарница», содержащей до 90% включений обломочного материала (*вверху*); кимберлитовой брекчий трубки «Ленинградская», содержащей до 20% включений обломочного материала (*внизу*)

ПОЧЕМУ «ТРУБКИ»?

Одна из характерных особенностей кимберлитовых трубок — их приуроченность к платформенным областям, т. е. стабилизировавшимся или устойчивым участкам земной коры. Алмазоносный район на Сибирской платформе расположен в северо-западной части Якутской АССР: в бассейне р. Вилюй с ее многочисленными притоками, а также в бассейнах рек Муна, Оленёк и Анабар.

Алмазоносные кимберлитовые трубки получили свое название из-за формы тела. Известные африканские кимберлитовые трубки, выработанные на значительную глубину, действительно напоминают трубчатые тела, а в плане имеют овальные, вытянутые и причудливые очертания. Кроме того, они могут иметь форму жил и даек (плитообразные тела с довольно крутыми углами падения). Размеры кимберлитовых трубок самые различные — от 40 до 900 м. (Например, диаметр «Малютки» 40—50 м, «Зарницы» до 600 м, «Удачной» до 900 м).

Интересно, что в большинстве случаев кимберлитовые трубки образуют «семейства». Иначе говоря, на сравнительно незначительной площади обнаруживается несколько кимберлитовых тел, отстоящих друг от друга от нескольких сот метров до 1—10 км. В редких случаях трубки могут быть настолько сближены между собой, что, соприкасаясь друг с другом, образуют в плане восьмерку (трубка «Удачная»). Нередко по одной линии определенного направления может располагаться несколько трубок, образуя подобие цепочки, что напоминает цепочечное расположение вулканов, например, Курильских островов и Камчатки. Это связано с тем, что кимберлитовая магма проникает в верхние горизонты земной коры нередко по пря-

молиейным глубинным разломам, которые прослеживаются на десятки и сотни километров. Вдоль этих разломов и располагаются кимберлитовые трубки.

ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ

Кимберлит — это горная порода, состоящая из обломочного материала, сцементированного минеральным веществом — карбонатом и серпентином. Содержание обломочного материала в различных трубках различное и колеблется от 10 до 90%. Помимо включений, для кимберлитов характерны такие минералы, как пироп, ильменит, оливин, хромдиопсит, флогопит и др. Размеры зерен минералов могут достигать 2—3 см и даже больше. Их форма, как правило, округлая. В результате разрушения кимберлитовых трубок под влиянием процессов выветривания, такие минералы как пироп и ильменит, образуют ареалы рассеивания, так как они очень твердые и могут далеко переноситься по рекам. Поэтому они служат надежными спутниками при поисках алмазов.

А что же собой представляют включения в кимберлитах? Это горные породы, захваченные кимберлитовой магмой при своем продвижении по зонам глубинных разломов.



Различные формы включений алмазов в кимберлите трубки «Мир»

Среди них различают три типа: родственные, метаморфические и осадочные.

Родственные включения — это собственно кимберлиты, и образование их происходит следующим образом. Трубки формируются в несколько этапов подъема магмы. Во время первого, главного этапа магматический расплав заполняет основную часть канала. Последующие импульсы магматического расплава, используя пути продвижения ранних порций магмы, отрывают обломки кимберлитов от полужастывшей и частично застывшей магмы в канале «трубки взрыва». При дальнейшем продвижении магмы по каналу эти обломки выносятся в верхние горизонты и застывают здесь вместе с магмой.

Метаморфические включения, слагающие фундамент платформенных областей, — это породы, образовавшиеся в глубинных условиях земной коры за счет изменения осадочных пород (глин, песков, мергелей, известняков и др.) под влиянием высокой температуры и давления. В процессе внедрения кимберлитовой магмы они обычно выносятся с глубины в верхние части канала трубки взрыва¹.

Осадочные включения образуются в результате прорыва магмой самых верхних горизонтов земной коры — осадочного чехла фундамента платформы, сложенного известняками, доломитами и мергелями.

Размеры всех типов включений самые различные. Они могут колебаться от нескольких миллиметров до нескольких метров. Форма их, как правило, округлая, нередко угловатая, но со сглаженными углами.

¹ Среди метаморфических включений чаще всего встречаются эклогит, гранулит, кристаллические сланцы и др., в этих породах присутствуют циркон, пироксен, полевой шпат, слюда, дистен и др.



Кристаллы алмазов, добытые из трубки «Мир»

По поводу происхождения их формы существует много предположений. Некоторые геологи высказывали мнение, что округлость связана с их оплавлением, другие объясняли ее трением включений друг о друга в процессе неоднократного подъема магмы и тем самым сглаживанием наиболее выступающих углов. Наконец, многие считают, что форма объясняется сдавливанием включений в процессе остывания всей массы кимберлитовой магмы и сопровождающимся при этом расширением кимберлитового тела. Установлено, что большинство включений на своих поверхностях имеет «зеркала или борозды скольжения», которые

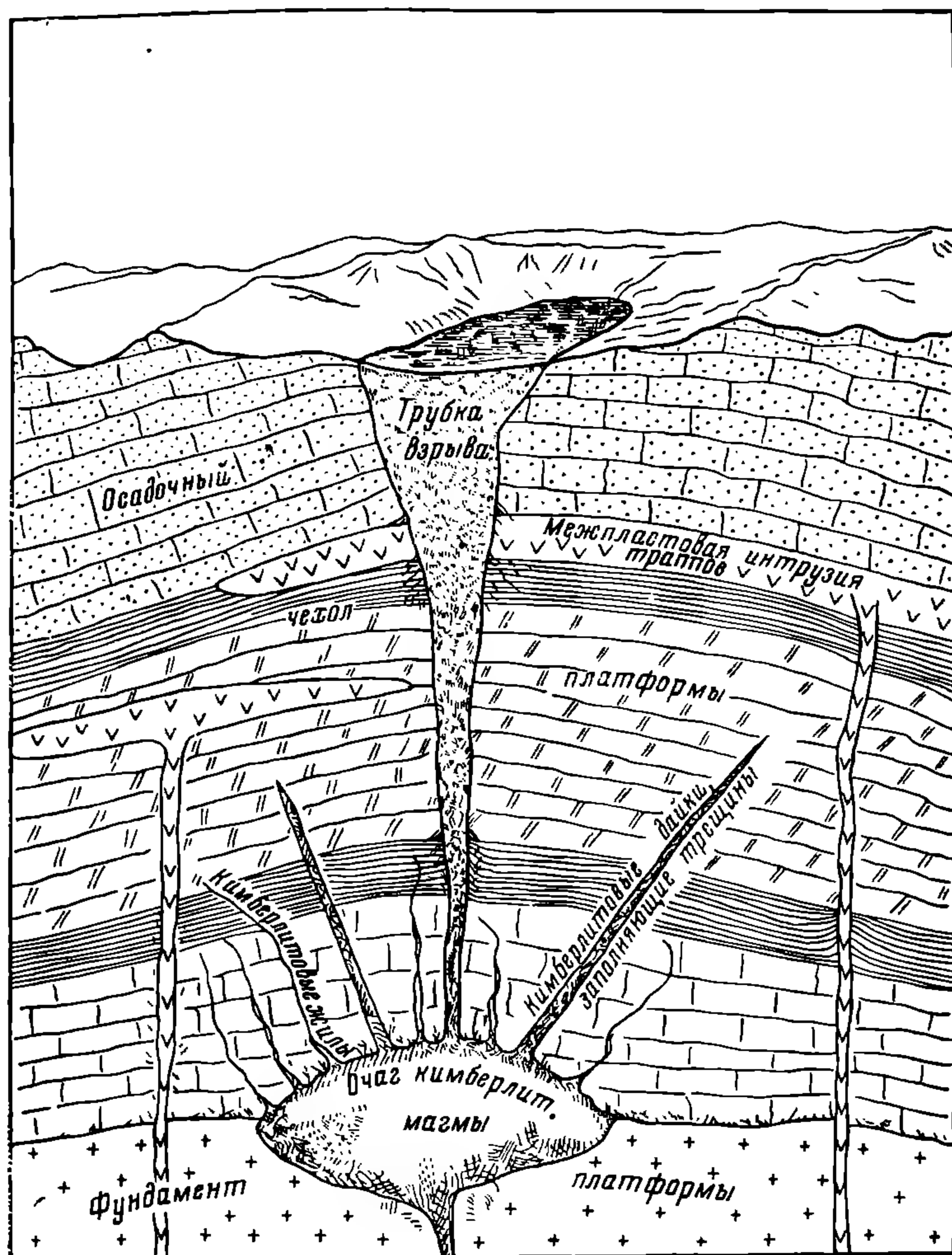


Схема кимберлитовой трубки взрыва в разрезе земной коры

образовались лишь в процессе сдавливания в твердом состоянии. Кроме того, подобные «зеркала скольжения» характерны для многих кимберлитовых трубок вдоль их контакта с вмещающими породами. Все это свидетельствует о том, что кимберлиты подвергались сдавливанию, связанному с общим расширением кимберлитового тела в процессе его становления и частичным его выдавливанием вверх по каналу трубки. Естественно, что в процессе сдавливания происходило сглаживание наиболее остроугольных обломочных форм.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ

Трудно переоценить значение алмазов в промышленности. Поэтому вполне естественно, что проблема происхождения алмазов привлекает большое внимание ученых.

Как известно, алмаз — одна из модификаций свободного состояния углерода, который может также встречаться в виде угля и графита. По результатам синтеза искусственных алмазов установлено, что образование алмазов в автоклаве происходит при давлении 53—100 тыс. атм, в интервале температур 1200—2400° (в качестве катализатора применяется никель).

Большинство исследователей считает, что алмазы образовывались на больших глубинах, кристаллизуясь в магматическом расплаве ультраосновного состава. При этом предполагается, что углерод неорганического происхождения, выделяющийся при разложении или преобразовании углекислых соединений, содержащихся в магме. Высказывались мнения о возможной связи алмазообразования с углеродом органического происхождения (с пластами угля). Однако препятствием для окончательного решения этого вопроса служит широко распространенное мнение о невозможности создания сверхвысоких давлений в

осадочном чехле, где может иметь место органический углерод.

Известно, что на глубине порядка 40 км давление не может превышать 10—12 тыс. атм при температуре порядка 1200° С, а на глубинах 50—70 км не превышает 15—20 тыс. атм. Следовательно, эти температуры и давление явно недостаточны для кристаллизации алмазов. Поэтому для обеспечения условий кристаллизации алмазов необходимы глубины, превышающие 120 км. Но прощание магматического расплава с таких глубин, по мнению акад. В. С. Соболева, маловероятно. Еще менее вероятным будет сохранение алмаза, если такие магматические очаги и образуются. Кроме того, известно, что углерод в магме находится в виде тех или иных химических соединений (СО, СО₂ и др.) и в растворенном состоянии.

Высвобождение углерода из окиси углерода и угольной кислоты возможно только с переходом их в газовую фазу из магматического расплава, что потребует понижения температуры и давления. Поэтому в настоящее время еще не доказано, может ли находиться свободный углерод в магме на глубине 20—25 км.

Существуют попытки разрешить эти противоречия. Группа геологов Якутского филиала АН СССР предложила гипотезу органического происхождения алмазов. В чем же она заключается?

Как уже было отмечено, кимберлитовые трубки встречаются только в условиях платформенных областей. Эти участки земной коры характеризуются бурным проявлением магматической деятельности с подъемом огромных масс базальтовой магмы в верхние структурные ярусы земной коры и излиянием ее на дневную поверхность. В период затухания базальтового магматизма создаются затрудненные условия для подъема базальтовой магмы, так как ослабленные зоны земной коры становятся «залеченными», или, иначе говоря, закупоренными. В этот период при взаимодействии небольших объемов масс базальтовой магмы с вмещающими породами происходит ее обогащение щелочами, что, в конечном итоге, приводит к образованию кимберлитовой магмы. Она-то и служит благоприятной средой для кристаллизации алмазов, так как содержит минералы и металлы, выполняющие роль катализаторов в процессе образования алмазов в магматическом очаге. Один из известных катализаторов — это никель. Он широко применяется и при искусственном получении алмазов.

Однако для кристаллизации алмазов недостаточно создания благоприятной химической среды. Необходима еще соответствующая термодинамическая обстановка, обеспечивающая их образование и предупреждающая возможный переход в другую модификацию углерода — графит (а это неизбежно при постепенном понижении давления и температуры).

И вот тут привлекается следующее объяснение. В локальном кимберлитовом маг-

матическом очаге, расположенном в осадочных отложениях или на границе фундамента и осадочного чехла, в значительном количестве скапливаются вулканические газы. При взаимодействии этого очага с вмещающими породами, содержащими углеводороды и воду, происходят химические реакции, сопровождающиеся взрывными процессами. В результате выделяется свободный углерод органического происхождения и происходит общее повышение температуры всего магматического очага. К числу взрывчатых газовых смесей, образующихся в очаге, относятся гремучий газ и различные концентрации смесей CO , H_2O , CH_4 , C_2H_2 и других соединений. Большинство реакций между углеродом, водородом и кислородом происходит с выделением тепла и повышением давления в магматическом очаге. Так, например, вследствие взрыва гремучего газа создается ударная волна, повышающая давление в очаге до 100 тыс. атм, а при взрыве водородно-кислородных смесей происходит повышение температуры до 2800° . Кроме того, существуют указания, что образование алмаза возможно под действием ударной волны при взрывных процессах (Де Карли, Пауль, 1961).

Но откуда же берутся в камерах магматического очага водород, кислород, метан, окись углерода, ацетилен, как составляющие газовые смеси? Предполагается, что в магматическом очаге водород и ацетилен могут накапливаться за счет разложения метана и других углеводородов. Кислород может поступать из осадочных пород за счет разложения воды и других соединений. Значительные количества CO и CO_2 будут поступать в составе ювенильных газов.

Эта гипотеза интересна тем, что позволяет предполагать связь наиболее богатых алмазами кимберлитовых трубок с магматическими очагами кимберлитовой магмы, расположенными в пределах нефтегазоносной структуры или рядом с ней. Известно, что коренные месторождения алмазов действительно расположены в районах, приуроченных к структурным формам, благоприятным для скопления нефти и газа.

УДК 553.81



АКРОБАТЫ ТРОПИЧЕСКИХ ЛЕСОВ

О ДРЕВЕСНЫХ КЕНГУРУ

Даль Стивенс

Австралия



Новогвинейские древесные кенгуру в Таронга-парке (Сидней)
охотно лакомятся хлебом с джемом

Кенгуру, прыгающие на высоту 7,5 м и даже более, мало кому известны. Когда их впервые привезли в Англию, спустя три года после основания первого поселения в Сиднее (в 1788 г.), они вызвали настоящую сенсацию. Эти необычные животные совершенно не похожи ни на один из многочисленных видов этого семейства. Они ловко скачут по верхушкам деревьев, как цирковые акробаты на трапециях. Живут они во влажных тропических лесах Северной Австралии и Новой Гвинеи.

Эти «акробаты», проводящие большую часть своей жизни на деревьях, проделывают совершенно головокружительные трюки, когда им угрожает какая-нибудь опасность. Словно белки, они уверенно перескакивают с ветки на ветку, молниеносно взбираются по стволу на самую вершину дерева и оттуда спрыгивают на нижние ветви, совершая прыжки в 9—15 м.

Пять лет тому назад ловец диких животных из Мельбурнского зоопарка пытался устроить охоту на древесных кенгуру в горах вблизи городка Кука в Северном Квинсленде. Местные охотники, помогавшие ему, загоняли животное на верхушку дерева. Затем один из них лез наверх, а остальные окружали дерево кольцом. Но животное делало прыжок с высоты 18 м и, оставаясь невредимым, спасалось бегством!

Науке ничего не было известно о биологии древесных кенгуру, пока в Австралии (в 1882 г.) в скалистых районах р. Герберта в Квинсленде их не обнаружил норвежский естествоиспытатель д-р Карл Люмгольц (Carl Lumholtz). Услышав от местных жителей рассказы об этих животных, он в течение нескольких месяцев охотился за ними. Хотя они и встречались довольно часто, но поймать их оказалось очень трудно из-за недоступности мест их обитания: появлялись они

только в самых высоких густых лесах, куда можно добраться, лишь осторожно пробираясь между скалами.

Ученому все же удалось поймать кенгуру. Правда, ему помогли местные жители, охотившиеся с хорошо натренированными собаками динго. Выследив добычу, динго делают стойку возле дерева, на которое животное забралось для дневного сна. Тогда охотники осторожно взбираются на дерево и, изловчившись, быстро хватают кенгуру за длинный хвост.

Спустя три года после Люмгольца естествоиспытатель д-р Жорж Беннет обнаружил во влажных тропических лесах Квинсленда древесных кенгуру другого вида. Позднее в лесах Новой Гвинеи было обнаружено еще семь видов. Встречались там также и бесхвостые кенгуру (самый редкий вид).

Мой друг сэр Эдвард Голстром, смеясь, рассказывал, как однажды жители Новой Гвинеи одурачили его, сказав, что в горах живут удивительные лягушки величиной с ребенка! Сэр Эдвард надарил им разных блестящих безделушек, прося достать ему за это редких лягушек. Рассказчики взяли подарки, ушли и не вернулись. И, вероятно, весело потешались над смешным белым человеком, так интересующимся дикими живыми существами. Аборигенов животные интересуют только с точки зрения пригодности для питания.

-Общераспространенное название — «древесные кенгуру» — не совсем точное. Зоологи дали им другое название, более характерное для данного вида, — *Dendrolagus*, что означает по-гречески «древесный заяц» и более подходит к этому животному.

У древесных кенгуру крепкие конечности с большими лапами, снабженными подушечками, которые облегчают им приземление. Эти подушечки покрыты толстой пупырчатой кожей и при прыжке играют роль рессор.

В спокойном состоянии древесные кенгуру спускаются с дерева, пятясь. Они это в Мельбурнском зоопарке проделывают так ловко, что любая кошка позавидовала бы им. Взбираясь на любую высоту, животные ловко повисают там на канате. Когда они скачут по ветвям деревьев, они очень напоминают малых кенгуру (*Wallabies*).

Животные эти вегетарианцы. Основная их пища — фрукты, папоротник,

листья разных растений. Траву они едят все время.

Новогвинейские древесные кенгуру в Таронга-парке в Сиднее очень охотно едят хлеб с джемом. Большую часть дня они спят на верхушках деревьев и спускаются лишь вечером для того, чтобы добыть себе пищу. В Новой Гвинее они часто совершают налеты на картофельные поля.

Все девять видов древесных кенгуру в Новой Гвинее и Австралии живут во влажных тропических лесах. Когда там начинаются тропические ливни, они спасаются лишь благодаря своим прочным меховым шубам. Животные свертываются клубочком и прячут голову в «фалды». Плотная листва и густой мех защищают их от ливня. Складки меха ложатся в направлении от крестца к носу и ушам.

Древесные кенгуру представляют большой интерес для зоолога потому, что они экологически пластичные животные. Как и кенгуру других видов, это потомки примитивных животных, живших прежде на деревьях. После кратковременного периода жизни на земле, древесные кенгуру «решили» вновь вернуться на деревья. Отдаленные



Древесные кенгуру чем-то напоминают медвежат



У древесных кенгуру хвост сильно отличается от хвоста наземных кенгуру

предки всех австралийских кенгуру и других сумчатых были очень мелкими существами, живущими на деревьях. Вероятно, они походили на желтых сумчатых крыс, сохранившихся до наших дней в Австралии и очень мало отличающихся от тех, какими они были миллионы лет тому назад. От этих малюток — далеких предков сумчатых животных — и произошли обычные кенгуру, малые кенгуру, сумчатый медведь-коала, опоссум и др. Развиваясь по-разному, некоторые остались на деревьях и дали опоссумов и медведя-коала. Другие перешли на землю и, спустя большой период времени, превратились в кенгуру, малых кенгуру, кускусов и т. д.

У живущих на земле первобытных предков современных крупных кенгуру постепенно развивалась способность высоко прыгать. Это помогло им быстро передвигаться по траве, кочкам и скалам, а также спастись от врагов.

Окружающая среда способствовала созданию сумчатых животных, обитающих на земле: изменился климат, растительность, появились новые враги. Когда сумчатые животные впервые спустились на землю, у них еще был, как у опоссума, загнутый большой палец на ноге, помогающий легко караб-

каться на стволы деревьев. Были у них и цепкие хвосты, обвивающиеся вокруг ветвей. Превратясь в наземных, кенгуру утратили свой загнутый большой палец на ноге и подвижный хвост. Хвост покрылся густой шерстью, сделался толстым, суживающимся к концу — таким, каким мы видим его у современных наземных кенгуру. Эволюция эта происходила постепенно в течение многих миллионов лет. В других местах за это время древесные кенгуру вновь возвратились к жизни на деревьях и снова изменили свой облик, переходя в прежнее состояние. Неизвестно, что заставило их это сделать, но можно предположить, что это вызыва-



Загнутые и острые когти помогают древесным кенгуру ловко лазать по деревьям



На вклейке изображены типичные представители растений Московской области, имеющие цветки различной окраски. Около названия каждого растения в скобках указаны полосы поглощения в спектре белого цвета и их суммарная ширина (6 $m\mu$), рядом — частота видов растений с цветками соответственной окраски (в % к общему числу видов). Бросается в глаза довольно точное соответствие между распространенностью цветков определенной окраски и шириной соответственных полос поглощения. На вклейке не помещены белые цветы, не имеющие, естественно, полос поглощения, характерных для 22,1% видов растений, и зеленые злаки, осоки и др., с полосами поглощения 400—435, 505—750 $m\mu$ и общей шириной 190 $m\mu$, на долю которых приходится 29,4% всех видов. 1 — желтые цветки. Мать-и-мачеха (*Tussilago farfara* L.); (435—480; 45) — 20,9%; 2 — оранжевые цветы. Купальница (*Trollius europaeus* L.); (480—490; 10) — 0% (встречается на Среднем и Южном Урале); 3 — ярко-красные цветы. Мак (*Papaver rhoeas* L.); (490—500; 10) — 0% (встречаются в южной части Европейской России);



4



6



7



5



8

4 — пурпурные. Герань (*Geranium sanguinea* L.); 5 — розовые. Клевер (*Trifolium pratense* L.); 6 — лиловые. *Knautia arvensis* (500—560; 60—19); 6%; 7 — синие цветы. Цикорий (*Cichorium intybas* L.) (580—595); 8 — фиолетовые цветы (*Solanum dulcamara*) (560—580; 20).

лось необходимостью самосохранения и питания.

Вернувшись на деревья, они начинали постепенно восстанавливать свой прежний облик — близкий к виду их отдаленных предков. Но возвратиться полностью в свое первобытное состояние они не могли. Они не обрели вновь загнутого большого пальца ног, как у опоссума и кускусов и еще более необходимого им цепкого хвоста. Но некоторые изменения в строении тела, облегчающие им жизнь на высоких деревьях, все же произошли. Например, сильно развитые и длинные задние ноги наземных кенгуру заменились более короткими, пригодными для бегания по веткам. Их слишком толстые длинные хвосты приобрели нормальные габариты, более удобные для балансирования на деревьях. Изменились передние и задние конечности. И прямые остроконечные когти на них превратились в изогнутые. Наземные кенгуру могут двигать ушами, древесные — нет. На вершинах деревьев нет необходимости в подвижных звукоулавливающих ушах.

Древесные кенгуру очень похожи на

опоссума. У них большая розовая морда, лишенная растительности, напоминающая морду герфордских коров. В неволе, при хорошем уходе, они быстро становятся ручными. В зоопарке Таронга в период размножения самцов древесных кенгуру отсаживают в отдельные помещения, так как, находясь вместе, они начинают драться так отчаянно, что иногда более слабый погибает. Самки в этот период тоже бывают драчливы. Даже кормящие самки с детенышами в сумке способны подраться и потому содержатся отдельно.

В зоопарках древесные кенгуру благодаря всяким трюкам, которые они проделывают, всегда привлекают много публики. Пять лет тому назад в Таронга-парке была устроена выставка новогвинейской коллекции этих животных. Директора всех зоопарков мира жаждали их приобрести для своих коллекций. Предприимчивые дельцы уже много лет занимаются вывозом древесных кенгуру в Европу и Америку.

УДК 599.224

ОКРАСКА ЦВЕТОВ В РАЗЛИЧНЫХ ШИРОТАХ

Г. А. Певцов
Кандидат химических наук

Б. Г. Певцов

При первом знакомстве с флорой тропиков поражает разнообразие растительных форм и обилие у них яркоокрашенных, иногда очень крупных цветов. Особенно сильное впечатление производят оранжевые и оранжево-красные цветы, не свойственные растениям средних и северных широт. Впрочем, и в тропиках растения с такими цветами представлены меньшим числом видов, чем растения с иной окраской. Бросаются в глаза красные цветы среди обычной флоры средних широт. В этом можно убедиться, проезжая в первой половине лета по железной дороге в районе Тернополь — Золочев, где в это время на зеленых лугах выделяются великолепные куртины мака (*Papaver rhoeas* L.) с яркими оранжево-красными цветками.

По мере продвижения на юг число растений с оранжево-красными цветами увеличивается: помимо мака, красные цветы имеют, например, на Кавказе тюльпан (*Tulipa Eichleri* Rgl.), в Крыму — *Colutea orientalis* Mill. и др.

Растительные пигменты, окрашивающие лепестки цветков, относятся в основном к классам флавонов (желтые окраски), антоцианов и каротиноидов. При этом антоцианы, в зависимости от строения своей молекулы, могут давать окраски от оранжево-красной до пурпурной, фиолетовой и синей. Ярко-красная окраска цветов обычно вызывается пеларгонидином (пигментом из класса антоцианов) и его производными.

Эволюция цветковых растений, возникших в меловой, или третичный период, протекала в условиях тропического климата, при повышенной температуре и усиленном солнечном облучении. Это повышало активность химических реакций в клетках растений, где происходил и синтез антоцианов с различной структурой молекул. Образование какого-нибудь химического соединения в результате биосинтеза — ступенчатый, скачкообразный процесс. Например, введение в начальную молекулу пигмента тех или иных радикалов производит скачкообразный сдвиг в окраске соединения. Вероятность образования пигмента того или иного цвета находится, видимо, в определенной связи с шириной полос поглощения спектра белого цвета, обуславливающих именно эту окраску¹. Поэтому в большинстве случаев возникали антоцианы пурпурного, розового и лилового оттенка, у которых отмечают широкие полосы поглощения в спектре видимого света (см. цветную вклейку). Вероятность же образования оранжевых и оранжево-красных антоцианов, у которых максимумы поглощения видимого света лежат в очень узкой зоне длин волн (480—500 $m\mu$), а также пигментов с фиолетовой и чисто синей окраской, была, естественно, значительно меньше.

Как известно, во время ледникового периода оледенение охватило большие районы северных и средних широт земного шара. Большинство видов прежней третичной

флоры (с обилием ярко-красных цветов) при этом погибло, а время, прошедшее после отступления ледника, было слишком мало для появления достаточного числа видов с оранжевой, ярко-красной, а также фиолетовой и чисто синей окраской цветков. К тому же изменились и климатические условия: произошло похолодание, снизившее химическую активность клеток. Оранжевый и ярко-красный цвет плодов растений северных и средних широт обычно вызывается не пеларгонидином, а другими пигментами и каротиноидами. Последние, как и хлорофилл, представляют собой растительные пигменты весьма древнего происхождения, — ими обладали уже водоросли. Яркоокрашенные плоды охотно поедаются птицами, что повышает выживаемость видов растений с такими плодами в ходе эволюции. В эволюции цветков растений, конечно, не малую роль играло и играет участие насекомых. В противоположность птицам, насекомые плохо отличают красную окраску и это могло способствовать вымиранию тех видов растений с ярко-красной окраской цветков, которые еще могли уцелеть после ледникового периода в средних широтах земного шара. Растения с фиолетовыми и синими цветками в этом отношении оказались в лучших условиях, с чем и связана их относительная многочисленность (см. цветную вклейку, 7 и 8). Нам кажется, что приведенные здесь соображения имеют некоторое значение для объяснения неодинаковой распространенности оранжево-красных цветков у растений разных широт.

УДК 581.19

¹ См. А. А. Бабушкин, П. А. Бажулин. Методы спектрального анализа. Изд-во МГУ, 1962.



НОВОЕ О ГАСТРИНЕ

Новейшими методами удалось получить в больших количествах и высокой чистоты гормон секреции пищеварения — гастрин, первоначально изолированный почти полвека тому назад. Это гормон волокон слизистой оболочки желудка и начальной части двенадцатиперстной кишки; гастрин — полипептид, минимального молекуляр-

ного веса 2114. Хроматографически и путем электрофореза установлены два вида: гастрин I и гастрин II, но в биохимическом отношении они не отличаются. Инъекция малых доз этого гормона повышает образование соляной кислоты и увеличивает секрецию желудочного сока. Большие дозы вызывают повышение кислотности и выделение

сока, увеличивает содержание пепсина.

Гастрин влияет также на секрецию поджелудочной железы и выделение желчи. С активностью гастрина связывают ряд заболеваний пищеварения и возможности их лечения.

«Umschau in Wissenschaft und Technik», 1965, Н. 17, S. 516 (ФРГ)

МОРЕ И НЕФТЬ

«Океанология», 1966, вып. 1

Н. О. АЛЯКРИНСКАЯ
(Ростов-на-Дону)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ О ПОТРЕБЛЕНИИ КИСЛОРОДА ЗАГРЯЗНЕННОЙ НЕФТЬЮ МОРСКОЙ ВОДОЙ

Влияние нефти на водоемы велико. Создавая на поверхности воды пленку, даже малое ее количество служит барьером, ухудшающим газообмен между водой и атмосферой. Кроме того, в литературе неоднократно описывалось, как тончайшие пленки приводят к гибели морских птиц. Гораздо менее исследован вопрос о растворенной в воде и постепенно окисляющейся нефти, которая уменьшает запасы свободного кислорода в воде.

В Новороссийскую бухту нефтебазы и заводы сбрасывают ежедневно от 30 до 100 т нефтепродуктов, и несколько тонн сырой нефти попадает в бухту с судов. Этого количества оказывается достаточно не только для образования на значительной части акватории бухты поверхностной пленки, но и для того, чтобы содержание нефти в воде достигло 30 мл/л и больше. Особенно высоким становится содержание нефти в воде летом после штормов: сильное волнение и высокая тем-

пература способствуют растворению нефти, а когда устанавливается штилевая погода, нефтяная пленка, не выброшенная на берег, затягивает поверхность бухты, затрудняя доступ воздуха из атмосферы. Поэтому окисление нефти, содержащейся в воде, происходит практически за счет растворенного в воде кислорода, и его перестает хватать рыбам и другим организмам.

Зимой вследствие хорошей аэрации вод влияние нефти на содержание кислорода в воде незначительно. Но вред, приносимый загрязнением нефтью жизни моря, не сокращается: часть нефти откладывается на дне, что приводит к отравлению донных организмов, служащих пищей для рыб, а нефть, выброшенная на мелководье, угнетает рост водорослей, где кормится молодь рыб. Наконец, при усиленном перемешивании нефти вся толща воды приобретает нефтяной запах, легко передающийся телу ценных промысловых рыб. Картина отравления нефтью Новороссийской бухты типична для многих закрытых бухт, заливов и даже морей. Экспериментальное исследование, проведенное на Новороссийской биологической станции им. В. М. Арнольди, Ростовского государственного университета,

дает возможность судить о динамике расходования кислорода на окисление растворенной нефти. В ряде опытов к концу пятых суток при концентрации нефти в 30 мл/л (реально содержание нефти достигает и значительно больших величин) кислород в воде полностью исчезал даже в том случае, если температура воды не превышала 16° С.

При температуре в 20°, когда процесс окисления происходит интенсивней, при том же содержании нефти в воде, весь кислород расходовался уже на четвертые сутки, а при концентрации нефти в 50—100 мл/л — на третьи сутки. Следует отметить, что в контрольных опытах тоже расходовалась часть растворенного кислорода, что объясняется присутствием в воде и других, помимо нефти, окисляющих веществ, но никогда не наступало опасного для жизни водных организмов снижения кислородного уровня.

Итак, эксперименты, проведенные Новороссийской биологической станцией, концентрируют внимание на опасности, связанной с тем, что окисление растворенной нефти может серьезно нарушить кислородный баланс водоемов. Это обстоятельство еще раз подчеркивает актуальность борьбы с загрязнением нефтью морей.

СПРЕССОВАННОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ

«Успехи физических наук», 1966,
апрель, т. 88, вып. 4.

АКАДЕМИК А. Д. САХАРОВ ВЗРЫВОМАГНИТНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ

Диапазон сильных постоянных магнитных полей ограничен для магнитов с железным сердечником магнитным насыщением железа — 30000 гс и для соленоидов механическим пределом прочности меди — 250000 гс. Импульсные магнитные поля при времени импульса тока в 2 мксек можно довести до 15 млн. гс. Но дальнейшее увеличение магнитного поля возможно лишь при помощи взрыва.

В США и в СССР в отдельных опытах удалось получить при помощи взрыва магнитные поля в 15—25 млн. гс. Несколько меньшие поля (2—5 млн. гс) достигаются сравнительно просто. Это открывает широкие перспективы исследований электрических, оптических и упругих свойств различных веществ. Свойства атомов и молекул в сильных магнитных полях могут заметно изменяться. Кроме того, возможно использование взрывомагнитных (магнитокумулятивных) генераторов для питания импульсных ускорителей заряженных частиц и для некоторых других целей (исследований по физике плазмы, для метания тел и т. п.).

Принцип действия магнитокумулятивного генератора состоит в том, что объем, в котором заключено магнитное поле, быстро сжимается, при этом создаются условия, при которых силовые линии не могут выйти из этого объема. Для цилиндра это

означает, что напряженность поля возрастает (при постоянстве магнитного потока) во столько же раз, во сколько уменьшается объем. Конечно, в реальном случае магнитный поток несколько уменьшается, кроме того, сжатие на известном этапе останавливается противодействием магнитного поля, что и создает предел получаемой напряженности.

В статье описываются два типа магнитокумулятивных генераторов: МК-1 и МК-2. В МК-1 начальное поле создается при разряде конденсаторной батареи внутри полого металлического цилиндра, окруженного цилиндрическим же зарядом взрывчатого вещества (ВВ). Взрыв инициируется по всей толще ВВ в момент максимума тока в соленоидальной обмотке.

В генераторе МК-2 поле создается в зазоре между двумя вставленными один в другой цилиндрами, причем ВВ помещено во внутреннем. Взрыв начинается с одного конца, и детонационная волна, распространяясь по внутреннему цилиндру, растягивает его и прижимает к стенкам наружного цилиндра. Магнитное поле, которое раньше занимало весь зазор, как бы загоняется в ту его часть, до которой детонационная волна дойдет позже.

Конечно, на пути осуществления этих генераторов сверхсильного магнитного поля пришлось преодолеть много теоретических и конструктивных трудностей. Ведь скорость сжатия цилиндрических оболочек достигала 10—20 км/сек. И при этом цилиндры должны были оставаться правильными цилиндрами, а не беспорядочно сминаться.

Практически удавалось умень-

шить радиус не более чем в 10 раз (т. е. объем в 100 раз). Поэтому достижение рекордных полей требовало очень высоких начальных полей. Здесь экспериментаторы остроумно использовали то, что магнитное поле движется со скоростью света и скомбинировали генераторы так, что начальное магнитное поле для МК-1 создавало МК-2. Таким способом удалось получить поле в 25 млн. гс, в то время как отдельные генераторы давали поле не больше 2 млн. гс.

Измерения свойств вещества очень затрудняются кратковременностью процесса, ударной воздушной волной, механическими, тепловыми и электрическими помехами, вызванными самим переменным магнитным полем. Поэтому в настоящее время реально полученных результатов пока не так много.

Советские и американские исследователи уделяли много внимания использованию системы МК для метания металлических тел с космическими скоростями. Удалось, в частности, разогнать алюминиевое кольцо весом 2 г до скорости больше 100 км/сек. Напомним, что первая космическая скорость «всего» около 8 км/сек. К сожалению, кольцо при этом полностью превращалось в пар.

Наиболее фундаментальным научным применением МК-генераторов может оказаться, по мнению автора, питание сверхмощных ускорителей элементарных частиц и фокусировка протонных пучков до 10^{23} протонов/сек на площади в 1 мм^2 . Но независимо от этих сверхграндиозных задач генераторы МК окажутся полезными во многих областях научного исследования.

ВСТРЕЧА ПОДВОДНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ

С 6 по 11 апреля с. г. в Москве проходил Третий пленум секции подводных исследований Океанографической комиссии АН СССР. На него собрались научные работники, применяющие в своих исследованиях акваланги и другие подводные аппараты, их конструкторы и проектировщики, а также помощники ученых — спортсмены-подводники.

На Пленуме было заслушано и обсуждено 54 доклада, большая часть которых освещала научные результаты подводных исследований.

Обзорные доклады были посвящены последним зарубежным достижениям в освоении морских глубин — подводным домам «Прекоинтент» и «Силэб», сверхмалым и очень маневренным подводным лодкам «Дениза», «Олвин», «Дипстар» и многим другим аппаратам и приспособлениям. Обсуждался отечественный проект подвижной подводной лаборатории «Бентос-300» со шлюзовой камерой для выхода исследователей-аквалангистов на морское дно.

С большим интересом воспринимались результаты научных работ, выполненных советскими учеными во время новых рейсов «Северянки» в привязном батистате «Север-1» и в буксируемом на повышенной скорости батиплане «Атлант». Все же основным средством подводных исследований в нашей стране остается пока акваланг. Им широко пользуются морские ботаники, зоологи, гидробиологи, ихтиологи, подводные геологи и геоморфологи, ландшафтоведы, физики, археологи.

В полной мере применяются акваланги и в практических рыбопромысловых исследованиях, при строительстве и эксплуатации портовых и других гидротехнических сооружений, при разведке и разработке подводных месторождений нефти.

Очень широким оказался географический диапазон отечественных подводных исследований, проведенных за последние три года: от Полярного бассейна до Антарктиды и от коралловых рифов Кубы до Камчатки и Курильских островов. Подводные исследователи рассказывали о своих работах на Черном, Азовском, Каспийском, Белом, Баренцевом, Охотском и Японском морях, на Тихом океане и в Атлантике, в морях Средиземном и Красном.

Были получены сведения о распределении и развитии морских водорослей, запасах морской капусты, агароносной анфельдии и других водорослей, служащих объектом промысла, об особенностях образа жизни донных беспозвоночных животных — моллюсков, иглокожих, ракообразных (в том числе и молоди камчатского краба), об их физиологии, о донных сообществах организмов — биоценозах, поведении промысловых рыб, и таких интересных морских млекопитающих, как дельфины. Некоторые исследователи считают, что эти высокоразвитые животные в дальнейшем будут служить помощниками подводных исследователей.

Изучение морфо-физиологических приспособлений, которые позволяют дельфинам и китам (в особенности кашалотам) погружаться на большие глубины и долго обходиться без смены запаса воздуха в легких, подсказывает ученым пути, которые, возможно, смогут быть использованы и при освоении глубин человеком. Представляют безусловный интерес и опыты по изучению дыхания мелких млекопитающих водой, перенасыщенной кислородом. От них, правда, не прихо-

АВТОМАТИЧЕСКАЯ РЕГИСТРАЦИЯ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

Советские станции космических лучей вооружены специально разработанными стандартными регистрирующими установками для комплексного исследования: экранированными ионизационными камерами, кубическими телескопами и нейтронными мониторами. Однако в современных условиях, когда широко используются искусственные спутники Земли, космические ракеты и быстродействующие счетно-решающие устройства, возникает необходимость в дальнейшем эффективном усовершенствовании существующей аппаратуры и максимальном повышении ее точности. Проект высокочувствительной автоматической аппаратуры для регистрации космических лучей был разработан в Институте земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР. Осуществление этого сложного проекта потребовало участия большого коллектива различных специалистов и организаций. К работе был привлечен ряд институтов АН СССР, Грузинской ССР и Казахской ССР.

Установка состоит из двух частей — мезонного супертелескопа и нейтронного супермонитора, предназначенных для непрерывной автоматической регистрации с высокой точностью соответствующих компонент интенсивности космических лучей. Общая приборная ошибка по обеим компонентам не превысит 0,1%, т. е. будет более чем на порядок меньше по сравнению с ныне действующими приборами.

Вся аппаратура полностью автоматизирована. Наиболее важные отдельные блоки и узлы могут автоматически заменяться резервными, все остальные на случай неисправности имеют световую и звуковую сигнализацию. Данные на выходе регистрирующей части будут выдаваться в двояком виде: как перфоленды, приспособленные для непосредственного ввода в электронно-вычислительные машины и как цифро-печатные ленты для визуального контроля.

В настоящее время разработка новой установки полностью завершена и уже испытан первый опытный образец. Такая аппаратура, отвечающая современным требованиям, должна быть установлена на всех действующих и вновь открываемых магнитно-ионосферных станциях, наряду с приборами для регистрации геомагнитных и ионосферных явлений. К началу 1967 г. большинство советских станций космических лучей закончит перевооружение и замену ныне действующих приборов на новую высокочувствительную автоматическую аппаратуру.

К. К. Федченко

*Полярный геофизический институт
(в. Апатиты)*

ЕВРОПЕЙСКИЙ ЖУРНАЛ ПО ПРОБЛЕМАМ РАКА

С тех пор как в 1936 г. был создан Международный союз по борьбе против рака, установилось широкое сотрудничество и обмен информацией в области онкологии. Этому сотрудничеству способствовал также созданный в 1965 г. Международный противораковый центр по изучению раковых заболеваний¹. Много делают в этом направлении Европейская комиссия по химиотерапии рака и Европейская комиссия по изучению опухолей у человека. Теперь у этих организаций появился и свой журнал — «European Journal of Cancer» («Европейский журнал по проблемам рака»). В состав его редколлегии входят известные онкологи из девяти европейских стран. Цель журнала — публикация оригинальных экспериментальных и клинических работ, а также обзоров по отдельным вопросам онкологии.

В первом номере журнала, вышедшем в июне 1965 г., помещены статьи сотрудников лабораторий и научных центров Бельгии, Франции, Голландии и Италии. Две статьи подготовле-

дятся ждать быстрых практических результатов, в отличие от физиолого-биохимических исследований по влиянию на человеческий организм повышенного атмосферного давления, которые настойчиво диктуются уже сегодняшней подводной практикой.

Но вернемся к результатам использования аквалангов в «подводных» науках. Морские геологи получили важные сведения о строении коралловых рифов Кубы, о перемещении прибрежных грунтов и его влиянии на стабильность берегов, о новейшей истории Каспийского моря. В районе подводных нефтепромыслов прослежено образование грифонов и кратеров газо-нефтяных «вулканов», представляющих помеху для промышленных сооружений и серьезную угрозу для живой природы Каспия.

Гидрологи успешно разрабатывают методику установки подводных фиксированных точек, необходимых для отсчетов при океанологических наблюдениях в водной толще. Подводные археологи изучают погрузившиеся на дно руины Херсонеса, а в Западном Крыму — останки корабля, затонувшего за несколько веков до нашей эры.

Все эти, лишь вкратце упомянутые исследования, как и многие другие, не только обогатили науку о море многочисленными новыми данными, которые не могли быть получены другими методами — они подняли ее на качественно новый уровень.

Стало острой необходимостью обеспечение наших ученых новыми техническими средствами погружения под воду и активного освоения глубин, чтобы фронт подводных исследований разрастался не только вширь — на малых глубинах, но и вглубь, в почти незатронутые просторы «голубой целины».

О. Б. Мокеевский
Москва

ЛАБОРАТОРИЯ ПОД ВОДОЙ «СИЛЭБ-2»

Эксперименты на глубоководной морской лаборатории «Силэб-2», осуществленные ВМС США с участием Национального управления по авиации и исследованию космического пространства, — очередная стадия обширного проекта Man in the Sea — «Человек в море».

Основная цель экспедиции — продолжение изучения возможности многодневного пребывания человека под водой на глубине 200—300 м и более и его жизни там до нескольких месяцев в суровых условиях океанской стихии. Помимо того, «Силэб-2» решал целый ряд других научных, технических и специальных задач.

Новая станция¹ под водой представляла собой сооружение в виде огромного металлического цилиндра с шарообразными закруглениями по его торцам. Длина «Силэб» — 17,3 м, диаметр — 3,6 м, вес — 200 т. В килевой части аппарата имелись специальные устройства, обеспечивающие остойчивость «Силэб-2» на грунте. Над палубой возвышалась надстройка наподобие рубки, что делало «Силэб-2» похожим на «классическую» подлодку. Основные помещения «Силэб-2» — лаборатория, кубрик, камбуз, водолазный отсек. В корпусе подводной стан-

¹ См. «Природа», 1966, № 1, стр. 115.

¹ См. «Poseidon», 1966, № 2, S. 49—53; «Electronic News», v. 11, 1966, № 524, p. 1—22 и др.

ции было установлено 11 смотровых иллюминаторов, сквозь которые обитатели «Силэб-2» в любое время дня и ночи могли наблюдать панораму «царства Нептуна» и его «жителей» — морских животных и рыб.

Искусственный воздух лаборатории состоял из газовой смеси, включающей 4% кислорода, 16% азота и 80% гелия, под давлением примерно 7 атм. Люди спускались в помещение подводной станции в специальном глубоководном лифте (в процессе эксперимента на нем дополнительно спускалось также различное оборудование и продукты). Продолжительность декомпрессии составляла 33 часа.



Лаборатория «Силэб-2» перед спуском в океан

Энергия, пресная вода, воздух поступали с обслуживающей плавающей базы по кабелям и шлангопроводам.

Подводная лаборатория была установлена на дне Тихого океана, неподалеку от Ла-Джола в Калифорнии, в 960 м от берега, на глубине 62,5 м. Открытие ее состоялось 29 августа 1965 г. В этот день под воду отправилась первая группа аквалангистов из 10 человек, возглавляемая Малькольмом Скоттом Карпентером, одним из первых американских космонавтов, участником предыдущей экспедиции «Силэб-1»¹. Он возглавил и вторую группу подводников, пробыв в глубинах океана 29 суток 10 часов 50 мин.

Как и во всех прежних экспедициях, исследователи не замыкались в стенах подводной станции и регулярно выходили на различные работы в открытом море, заплывая на еще большую глубину.

В экспедиции участвовали самые различные специалисты. Океанографические работы вели ученые известного в США института

ны учеными Радиологического института в Нидерландах — одна из них посвящена комбинированному механическому и энзиматическому методу получения суспензии отдельных клеток из твердой опухолевой ткани. Этот метод позволяет за короткое время приготовить концентрированную суспензию большого числа клеток.

В ноябрьском номере журнала опубликованы доклады, прочитанные учеными на Международном симпозиуме по вопросам биологической характеристики опухолей у человека.

Несомненный интерес представляет более подробная, чем обычно, библиография, публикуемая в каждом номере журнала.

«Nature», v. 209, 1966, № 5024, p. 668
(Англия)

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГИЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ЛУНЫ И МОРСКИХ ГЛУБИН

В связи с подготовкой полета на Луну (проект «Аппалон») в США по заданию Атомной комиссии конструируется ядерный генератор; вырабатываемая им энергия должна служить для питания измерительных приборов, которые будут установлены на Луне. При помощи таких приборов предполагается получить полную информацию о сейсмичности Луны, ее магнитном поле, радиоактивности, солнечном ветре, температурных изменениях и т. п. Комплекс приборов, действующих посредством ядерной энергии (включая радиопередатчик), будет весить 68 кг. Первые космонавты, которые полетят к Луне, разместят там приборы для которых создано особое устройство, именуемое «Lem». Приборы должны действовать и передавать различную информацию на Землю в течение 6—12 месяцев.

В США сооружается новый батискаф «NR-1» на ядерной энергии. По своей маневренности

¹ См. «Природа», 1965, № 5, стр. 11.

и снаряжению (в частности, он будет оснащен мощными устройствами для захвата образцов горных пород) он превзойдет прежний батискаф «Триест». «NR-1» предназначается в первую очередь для исследования континентального шельфа, который местами простирается на сотни километров и имеет порой глубину до 800 км. Исследования главным образом будут направлены на изучение рудных залежений и пищевых ресурсов океана. Первый спуск ядерного батискафа в океанские глубины намечен либо на конец 1967 г., либо на начало 1968 г.

«UDI-Nachrichten», 1966, № 11, S. 42 (ФРГ)

НОВЫЙ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫЙ СПЛАВ

Фирмой «Бериллиум корпорейшн» (штат Пенсильвания) получен новый медно-никелевый сплав, содержащий около 70% меди, 30% никеля и 0,5% бериллия. Этот сплав, названный «Берилко 717С», сочетает антикоррозионную стойкость обычного медно-никелевого сплава с прочностью алюминиевых бронз и сталей. После закалки и старения сплав обладает пределами прочности и текучести почти вдвое более высокими, чем у стандартных медно-никелевых сплавов.

«Chemical and Engineering News», v. 44, 1966, № 3, p. 49 (США)

«БЕНТОС-300»

На состоявшемся 6—11 апреля 1966 г. в Москве Третьем пленуме секции подводных исследований Океанографической комиссии АН СССР О. Н. Киселев (Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии) рассказывал о строительстве первой советской подводной лаборатории «Бентос-300».

Новая подводная станция «Бентос-300» будет в некоторых отношениях совершеннее своих предшественников. Прежде всего, она самоходна, а в случае надобности может быть полностью автономной.

Скриппса. Морские биологи изучали в естественных условиях жизнь обитателей глубин. Наблюдения за рыбами велись также в специальном садке — квадратной металлической клетке размером 3×3 м. В этом подводном «аквариуме», установленном на дне океана, изучались повадки рыб, их реакции на различные сигналы и раздражители и т. д. Была произведена «перепись» животных, обитающих в данном районе. Наиболее крупные экземпляры рыб подвергались специальным физиологическим исследованиям, включая получение проб газа, содержащегося в их организме. Исследовались явления биолюминесценции и биофлюоресценции в морской среде. Собирались пробы планктона.

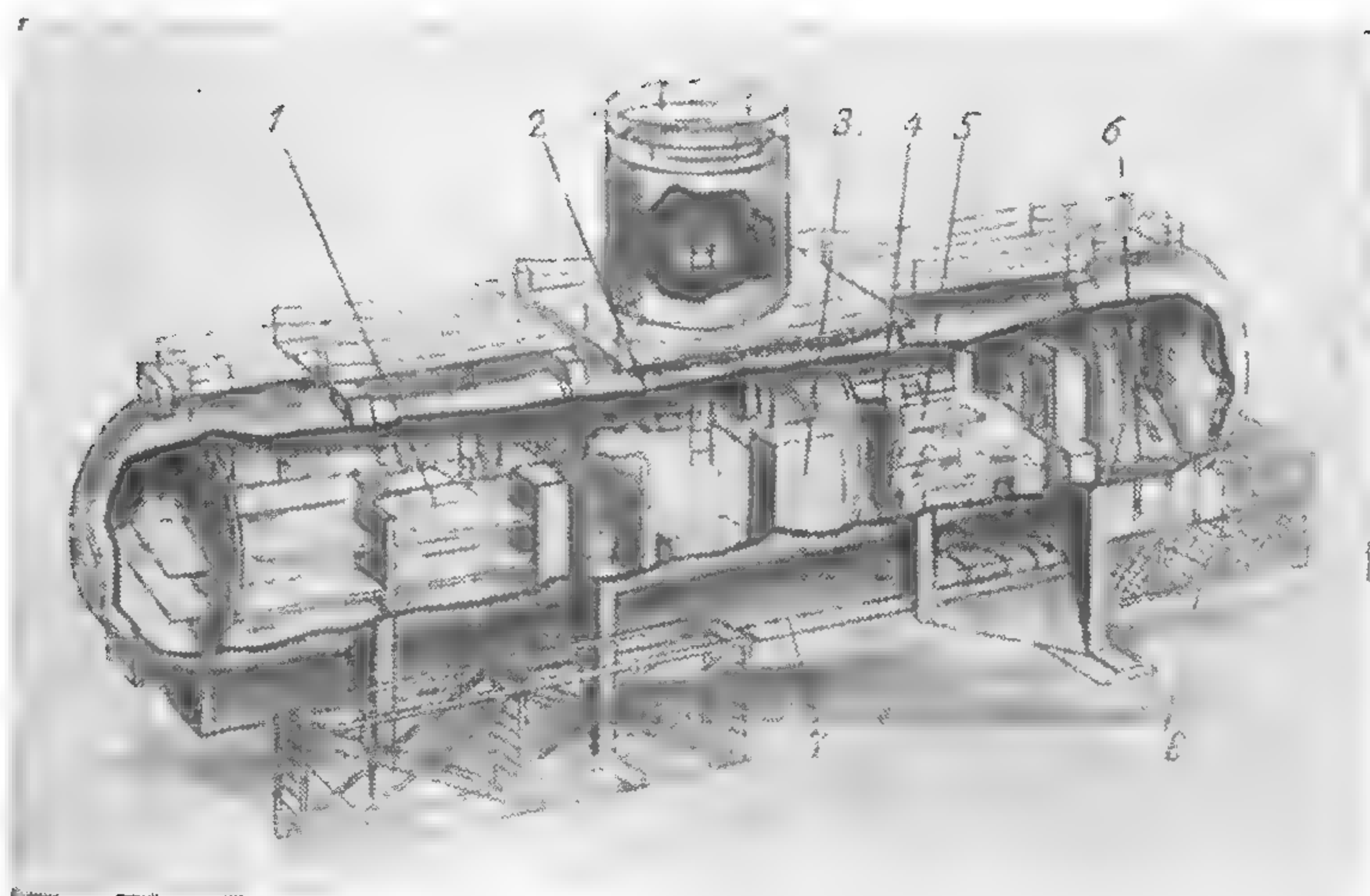


Схема подводной станции: 1 — кубрик, 2 — камбуз, 3 — центральный энергоблок, 4 — центральный «газовый блок», 5 — комната отдыха и лабораторное помещение, 6 — люк для выхода в море, 7 — килевой отсек, в котором, наряду с балластом, хранятся баллоны с гелием, кислородом и сжатым воздухом, 8 — защитная решетка от акул

Важной частью программы «Силэб-2» явились изыскания, осуществленные морскими геологами. Геологи изучали рельеф и микро-рельеф океанского дна, вели отбор проб донных осадков, топографическую съемку подводных окрестностей. Используемый в исследованиях окрашенный песок помог им наблюдать размыв донных отложений на затвердевших слоях рудных залежей, проследить перенос этих отложений. Помимо этого, проводились весьма важные и перспективные в промышленном отношении работы, связанные с эксплуатацией подводных рудных и особенно нефтегазовых месторождений.

Интересные научные данные получены подводной «станцией погоды», вошедшей в комплекс оборудования, установленного на борту лаборатории; исследовалась скорость придонных течений около станции и на высоте 9 м от поверхности дна, температурный режим на тех же горизонтах, а также колебания давления, вызванные подводными волнами и поверхностными волнами зыби, и т. д.

«Силэб-2» была оснащена особой подводной телеметрической стан-

цией — так называемой Бентической лабораторией, спроектированной и построенной Скриппсовским институтом океанографии. Это сложное электронное устройство находилось на дне океана в 30,5 м от основной лаборатории и служило в качестве «центрального коммутатора» для связи и сбора данных. Бентическая лаборатория обеспечивала работу четырех телевизионных каналов; при помощи телепередатчиков, установленных под водой, береговые наблюдатели постоянно могли видеть все, что происходило вокруг «Силэб» и непосредственно внутри самой морской лаборатории. Помимо того, 20 каналов отводилось для звуковой записи и 130 — для сбора научной информации. Бентическая лаборатория имела и другую оригинальную особенность — способность производить саморемонт. Для этого она была оснащена механической рукой, управляемой с берега. В случае, если какой-либо элемент лаборатории выходил из строя, включалась механическая «рука». Она удаляла дефектный элемент и взамен него вставляла запасной.

И Бентическая лаборатория, и подводная метеостанция продолжали действовать и по окончании срока пребывания океанавтов под водой.

Океанавты во время работ в открытом море находились в условиях, когда температура воды не превышала 10°C. Таким образом, сохранение собственного тепла на данной глубине являлось одной из проблем, с которой приходилось сталкиваться жителям «мира без солнца».

Гелий — высокий проводник тепла, и океанавты, находящиеся в искусственной атмосфере, состоящей на 4/5 из этого газа, теряли много тепла и во внутренних помещениях «Силэб-2». Поэтому здесь поддерживалась достаточно высокая температура, для чего служил специальный электрический калорифер. По возвращении с подводных работ океанавты согревались под горячим душем. На аварийный случай в помещении «Силэб-2» была установлена небольшая нагревательная установка, действующая на ядерном горючем.

В ходе эксперимента прошли испытания глубоководные костюмы с регулируемым обогревом. Однако, как правило, океанавты были одеты в обычные легководолазные костюмы открытого типа.

Насколько влияет окружающая среда со столь невысокой температурой на здоровье океанавтов, на их физические, умственные и психические способности и трудоспособность? Чтобы ответить на этот вопрос был проведен ряд специальных опытов. Изучалась координация движений при работе обеими руками, точность манипулирования с различными предметами и инструментами, способность концентрировать физическую силу; исследовалась осязательная чувствительность, слух, зрение и т. д.

Физиологические исследования и специальные психотехнические тесты показали, что подводные жители не претерпели опасных отклонений от нормы. Вместе с тем большинство американских океанавтов в первые дни пребывания под водой испытывали неприятные ощущения и некоторые болезненные явления (воспаление уха, головные боли, нарушение сна). После акклиматизации самочувствие океанавтов значительно улучшилось.

В отличие от своих американских коллег, экипаж «Прекоинтента-3», по заявлению его руководителя Жака Ива Кусто, не испытывал никаких сколько-нибудь существенных отклонений, как психичес-

Правда, скорость передвижения ее под водой не очень велика — около одной мили в час. Всплытие и погружение осуществляется продувкой или, наоборот, заполнением балластных цистерн. Гигантская капсула для подводных исследований оснащается 26 иллюминаторами, теле- и киноперископами. Экипаж «Бентос-300» будет состоять из десяти человек. «Апогей» советской научной электростанции, как подсказывает само ее название — 300 м. Подводная база на такой глубине — новый шаг в освоении «голубого континента».

АНТАРКТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕСНЕНИЯ ВОДЫ

В начале текущего года на американской антарктической базе Мак-Мердо, располагающей с 1962 г. небольшой атомной электростанцией, начала работать установка на ядерной энергии для опреснения морской воды; она дает за одну минуту 42 л пресной воды. Нагретая первоначально до 77° вода превращается в пар, поступающий в расположенные одна за другой камеры с понижающимся давлением. При конденсации пара получается пресная вода, которая автоматически контролируется на достаточную опресненность. В случае неудовлетворительного качества она возвращается в цикл. Водопроводные трубы ввиду антарктического холода подогреваются.

«VDI-Nachrichten», 1966, № 10, S. 36
(ФРГ)

РАСТЕНИЯ — ИНДИКАТОРЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА

Растения, быстро реагирующие на загрязнение воздуха химическими веществами, могут оказать большую пользу, если с их помощью удастся определять, какие именно вещества присут-

ствуют в загрязненных районах.

На Юго-Западной лесной экспериментальной станции в Ашвилле (штат Северная Каролина, США) более года тому назад начался эксперимент по определению реакции всходов сосны на три важных загрязнителя воздуха — фтор, сернистый газ и озон. Службой здравоохранения в Делаваре начаты исследования, в которых ряд растений, среди них и сосна, проходят испытания в качестве индикаторов загрязнения воздуха. Оказалось, что львиный зев и гвоздика имеют характерную реакцию на этилен. Помидоры и люцерна могут служить индикаторами сернистого газа. Виноград и персики особенно восприимчивы к фтору, петунии — к перекиси пероксиацита. К числу возможных растений-детекторов относятся шпинат, табак, огородный щавель, луговой мятлик.

Растения выращиваются на опытных участках, размещенных специальным образом на всей территории штата с тем, чтобы опознавать источники загрязнения воздуха.

«New Scientist», v. 29, 1966, № 482, p. 344 (Англия)

ЗАМАЗКА ДЛЯ МЕТАЛЛОВ

Химический завод «Антикор» (Белград) выпускает металлическую замазку металаст для заполнения трещин и пор в литье из стали, чугуна и алюминиевых сплавов. Металаст служит также для исправления дефектов деталей из этих материалов. Замазка получается после смешения металлического порошка с жидкостью-затвердителем. На предварительно обезжиренную и высушенную поверхность смесь накладывается специальной лопаточкой. Чтобы получить совершенно гладкую поверхность, необходимо на влажный слой замазки наложить целлофан.

Сушка длится 24 часа, но уже через 30 мин. склеенный предмет можно аккуратно передвигать.

«ИТ Новине», 1966, № 150, стр. 7 (Югославия)

ких, так и физических. Об этом же свидетельствуют показания самих обитателей французской научной станции на дне моря и объективные данные, полученные надводными наблюдателями, контролировавшими их поведение. Хотя, как известно, «Прекоинтент-3» был основан на глубине, почти вдвое превышающей место стоянки «Силэб-2».

Интересно, что океанавты, занимающиеся исследованием глубин, обнаруживают некоторые общие черты с космонавтами. Как в том, так и в другом случае человек может существовать лишь при наличии определенных технических средств, которые позволяют ему приспособиться к разным условиям давления, температуры и т. д. В обоих случаях для дыхания используются искусственные газовые питательные смеси. Наконец, океанавты, как и космонавты, также испытывают своего рода невесомость. Любопытен и такой, например, факт. Для монтажных и ремонтных работ в подводной части американской плотины Смит-Маунтин (штат Виргиния) предполагается использовать группу водолазов, экипированных в космические скафандры. Одеты подобным образом водолазы спустятся к подошве плотины на глубину 60 м.

Подводная лаборатория «Силэб-2» закончила свою работу 10 октября 1965 г. Незадолго перед тем ее участники по телефону связались с океанавтами экипажа «Прекоинтента-3», находящимися в это время на другой стороне планеты в Средиземном море. Делясь впечатлениями об успешном осуществленном эксперименте, руководитель «Силэб-2» Джордж Бонд выразил уверенность, что в скором времени человек может основать станцию на глубинах до 700—1000 м.

А. А. Чернов, В. Г. Самарин
Москва

ЭКСПЕДИЦИЯ В НЕДРА ЗЕМЛИ

Крупнейшая в Польше научно-исследовательская экспедиция изучала одну из самых больших пещер польских Татр, в Хохловской расщелине. 14 дней находились ученые разных специальностей на глубине 2 км. В задачу экспедиции входила проверка гипотезы о местонахождении главного русла древней реки ледникового происхождения. Среди ее участников были и микробиологи. Хохловская расщелина таит в себе не одну загадку, и одна из них — известковое молоко, белая, студенистая масса, покрывающая скальные склоны. Известно, что этим молоком горцы когда-то лечили туберкулез. Как установлено, это вещество усваивается человеческим организмом. Ученые предполагают, что в нем содержатся неизвестные бактерии, питательной средой которых служит известняк.

Экспедиция открыла не известные ранее подземные коридоры, установила, в каком направлении следует искать продолжение пещеры.

Микробиологи и врачи еще не обработали данных, собранных во время экспедиции. Однако уже сейчас можно сказать, что открыто несколько новых разновидностей бактерий, сделаны исключительно ценные физиологические и психологические наблюдения.

«Польское обозрение», 1966, № 13, стр. 15.

ОЧЕРК О ВНЕЗЕМНОЙ ЖИЗНИ

Майкл В. Овенден

ЖИЗНЬ ВО ВСЕЛЕННОЙ.
НАУЧНОЕ ОБСУЖДЕНИЕ

Изд-во «Мир», 1965, 120 стр.,
ц. 26 коп.

В последние годы у нас издан ряд книг советских и зарубежных авторов (в частности Г. А. Тихова, А. И. Опарина, В. Г. Фесенкова, Х. Шепли, И. С. Шкловского), в той или иной мере обсуждающих проблемы жизни во Вселенной. Исходным положением всех этих книг является мысль о множественности обитаемых миров, и хотя она непосредственно не доказана, тем не менее, видимо, ее справедливость у большинства ученых не вызывает сомнений.

Наука наших дней рассматривает жизнь как космическое явление и вопрос заключается в том, чтобы исследовать ее внеземные виды, условия возникновения и развития их в пространстве и времени, что даст ключ к пониманию сущности жизни вообще, и земной ее формы в особенности.

Книжка М. Овендена — научно-популярная по автору, как это бывает со специалистами, пишущими по этим вопросам, не уклоняется от строгого обсуждения некоторых проблем и высказывает свою точку зрения.

В поисках определения понятия жизни он за исходное берет функциональный подход. По его мнению, единственным критерием отличия живого от неживого служит способность данного вещества противостоять распаду, «поддерживать свою структуру не уменьшая при этом своей актив-

ности» (стр. 66). Эта мысль примыкает к известной идее советского кибернетика А. А. Ляпунова о так называемых «сохраняющих реакциях», лежащих в основе жизнедеятельности организмов и позволяющих им «противостоять процессам термодинамической деградации»¹. Конечно, с методологической точки зрения сама правомерность функционального подхода к изучению жизни, который в сочетании с другими методами исследования (физико-химическими, биологическими, математическими и т. д.) может эффективно способствовать выяснению сущности данного явления, не вызывает возражений. Однако на наш взгляд такой путь не исключает поисков субстратных определений живого.

В главе VII спорно категорическое утверждение автора о том, что из всех химических элементов только углерод обладает способностью образовывать длинные молекулярные цепочки и что «где бы ни появилась во Вселенной жизнь, химия ее будет основана на углероде» (74). Вообще говоря, данный вывод (как и заключение автора о том, что типичными марсианскими растениями могут быть земные лишайники) — результат своего рода антропоморфного образа мышления, когда на все явления, известные и неизвестные, глядят сквозь толщу геоцентрических представлений и допускают необоснованную их экстраполяцию на любые неизвестные планеты.

¹ См. сборник «Сущность жизни». Изд-во «Наука», 1964, стр. 70.

Говоря об эволюции жизни на Земле, автор, на наш взгляд, правильно замечает, что естественный отбор не остановился на создании существ, выработавших защиту от неблагоприятных внешних условий; он создал также существа, способные изменять внешнюю среду, приспособливая ее к своим нуждам. Это и является основным эволюционным преимуществом разумных индивидуумов. Более того, в ходе эволюции увеличилась способность «человека создавать для себя окружающую среду в соответствии со своими нуждами и желаниями». Но уже в следующей главе (IX), рассматривая будущее жизни на Земле, автор заявляет, что «попытка разумной жизни приспособить окружающие условия к своим нуждам, вместо того, чтобы самим приспособиться к ним, будет не выгодной, хотя и признает, что «способность организма приспособить к себе окружающую среду — более быстрый путь, чем приспособление самого организма к этой среде». Такое заключение автор делает на фоне описываемой им возможности постепенного нагрева, а затем и охлаждения Солнца в ходе его эволюции. И на основе такого тезиса он замечает, что в неблагоприятных условиях, вызванных сильным нагревом Солнца, существует по крайней мере возможность того, что современные формы жизни могут вымереть и смениться более простыми организмами, химические процессы которых будут более приспособлены к высоким температурам. Но не умаляет

ли такой скептический вывод роли Разума? Неужели человек приобрел разум лишь для того, чтобы однажды «разумно» подчиниться роковой судьбе, предусмотренной «программой» природы? Есть все основания полагать, что это далеко не так.

Непонятно также, почему автор преобразующую деятельность разумных существ считает «невыгодной». Если, скажем, сто лет тому назад применимость к жизни формулы «все, что возникает, заслуживает гибели» (в частности, к жизни разумной) казалось чуть ли не доказанной, то сейчас, в век космических полетов, она теряет свой абсолютный смысл. В будущем, и особенно в далеком будущем, взаимодействие общества с природой приобретет

такой размах, что охватит очень большие пространственные масштабы; преобразующая сила человеческого труда и разума достигнет такой мощи, что окажется способной еще более радикально перестроить Землю в соответствии со своими нуждами. Ясно, что, как пророчески говорил К. Э. Циолковский, человечество вечно не останется на Земле, а в погоне за светом и пространством выйдет на широкие просторы космоса и, установив контакт с братьями по Разуму, продолжит свою преобразующую деятельность в невообразимо крупных масштабах.

Отдельные спорные положения содержатся и в последней главе, посвященной «системе Аристотеля» и «теориям Вселенной», где автор разбирает некоторые космо-

логические модели. Его можно было бы обвинять в некритическом отношении к телеологической концепции целесообразности в природе, в распространении «варывной» модели Метагалактики на Всю Вселенную и т. д. Однако эти и другие выше отмеченные недостатки, на наш взгляд, не могут перечеркнуть главного достоинства книжки, заключающегося в сжатом и глубоком изложении проблемы внеземной жизни.

Содержательный очерк Майкла Овендена, своевременно выпущенный издательством «Мир», несомненно вызовет интерес у широких кругов советских читателей.

А к б а р Т у р с у н о в

Москва

ХОРОШЕЕ НАЧИНАНИЕ

Путешествия и географические открытия в XV—XIX веках
Изд-во «Наука», 1965, 159 стр.,
ц. 1 р. 04 к.

Одиннадцать работ, помещенных в книге, освещают неизвестные, малоизвестные и спорные вопросы истории географических открытий и исследований в XV—XIX вв. Она открывается очень интересной и содержательной статьей И. П. Шаспольского о плавании вокруг Скандинавии в 1496 г. Григория Истома. Анализируя известное сочинение С. Герберштейна автор шаг за шагом прослеживает каждый этап этого плавания и приходит к очень важному выводу, что такие плавания в Московском государстве в те годы не были редкостью и подкрепляет это положение примерами. Статья покойного А. И. Андреева о гидрографических работах русского флота в 1696—1725 гг. несмотря на устарелость и некоторые ошиб-

ки, содержит и новые материалы до некоторой степени обобщающие историю русской гидрографии петровского времени.

Большим вкладом в историю географии является статья М. И. Белова «Дания и Витус Беринг». Советскому читателю впервые представляется возможность познакомиться с дороссийским периодом жизни великого мореплавателя. В этой работе устанавливаются некоторые до сего времени неизвестные факты из биографии Витуса Беринга, публикуется фрагмент статьи о I Камчатской экспедиции Беринга, напечатанной в копенгагенской газете 27 апреля 1730 г. и пр.

Интересна и содержательна статья Е. А. Княжецкой, в которой излагается «История одной географической ошибки петровского времени» — о поисках города Яркенда в Сибири вместо Центральной Азии. Автор вскрывает любопытные обстоятельства появления этой ошибки, проли-

вающей свет и на малоизвестные страницы истории Сибири, связанные с губернатором Матвеем Гагариным, показывает влияние этой ошибки на географическое изучение Сибири.

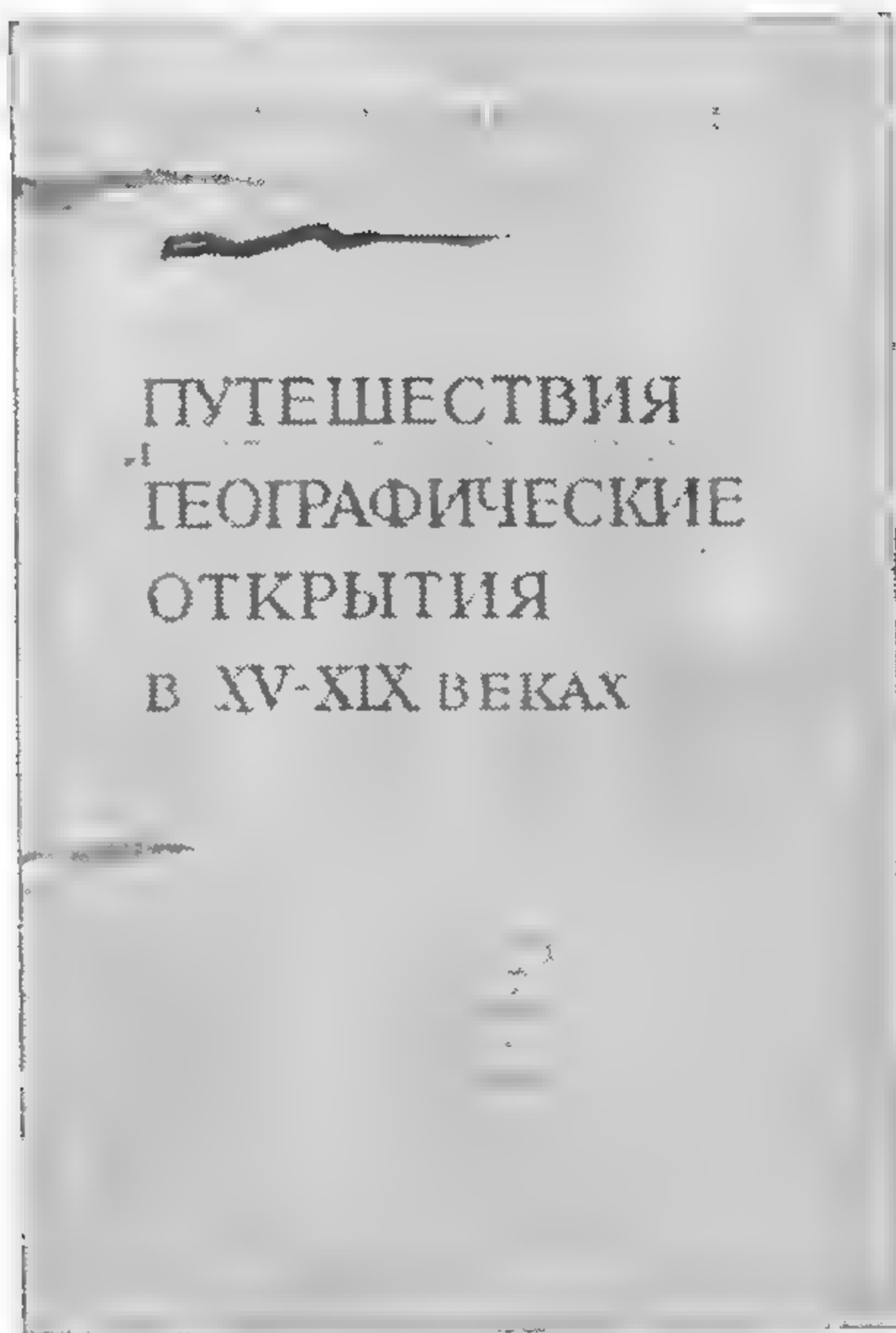
В статье Г. А. Князева и К. И. Шафрановского «Первая полная историческая карта Российской империи» анализируется карта 1793 г., которая положила начало работам над картами с данными об исторических изменениях государственных границ нашей страны.

Представляет значительный интерес статья В. М. Пасецкого «Декабристы о русском Севере», в которой приводятся новые материалы о непосредственном отношении многих декабристов (Н. Чижов, Г. Батенов, В. Романов, Д. Завалишин и др.) к решению географических проблем Сибири и Дальнего Востока и об участии некоторых из них в плаваниях и путешествиях (Н. Чижов, М. Кюхельбекер, К. Торсон и др.). Очень

хорошо говорится о М. Ф. Рейнеке, большом друге декабристов, и Ф. Ф. Матюшкине, которые, как справедливо предполагает автор, не оказались в числе декабристов только потому, что в двадцатых годах, находясь в экспедициях, были оторваны от Петербурга.

Б. П. Полевой выступил в сборнике со статьей, в которой сделал попытку «дать краткий общий обзор выявленных документов о дальневосточных экспедициях Г. И. Невельского» (стр. 93). Эта обстоятельная работа должна послужить предметом особого подробного рассмотрения на страницах специального журнала. Здесь же можно отметить, что автор не достаточно объективен в вопросе выявления документов. Кроме того, почему-то в статье не упоминается об уникальных записках участника Амурской экспедиции Г. И. Невельского А. И. Петрова, сохранившихся у его внуки.

Уже не один год историко-географам Географического об-



щества СССР приходится выступать против взглядов Д. Я. Цукерника на открытие Америки Х. Колумбом. М. А. Коган и В. Л. Афанасьев делают это еще раз, не оставляя камня на камне от «головоломной абракадабры,

постулируемой Д. Я. Цукерником» (стр. 119).

Сборник заканчивается статьей В. Я. Рамма об «Уникальном ленинградском экземпляре средневековой розы ветров», хранящейся в Государственной Публичной библиотеке им. М. Е. Салтыкова-Щедрина, которая служит важным источником по истории научных представлений западноевропейского раннего средневековья.

Хорошо, что в сборник включены иллюстрации, но в некоторых случаях их можно было бы дать больше. К сожалению, есть опечатки. Но в целом книга заслуживает положительной оценки. Это хорошее начинание Географического общества СССР, которое опубликовало доклады, сделанные на заседаниях Отделения истории географических знаний, несомненно должно быть поддержано.

А. И. Алексеев
Кандидат географических наук
Москва

НОВОЕ В ЖИЗНИ, НАУКЕ, ТЕХНИКЕ

КНИГИ ИЗД-ВА «ЗНАНИЕ»,
СЕРИЯ «НАУКА О ЗЕМЛЕ»
в 1966 г.

Полеты в космос открыли человечеству многие тайны Вселенной. Но чем больше человек осваивает космическое пространство, тем больше он чувствует себя представителем землян, тем больше любит и ценит родную Землю. И это вполне понятно: Земля не только колыбель человечества, но и безграничная кладовая, в которой скрыты неисчерпаемые богатства. У Земли не меньше тайн, чем у космоса. Человек уже многое знает о структуре и физическом составе Солнца и космической пыли, но он еще ничего не знает о том, что

лежит у него под ногами на глубине 20—30 км.

Стремясь удовлетворить интерес читателей к этим вопросам, издательство «Знание» начинает выпуск новой серии брошюр под названием «Наука о Земле». В 1966 г. выйдет 12 таких книжек.

Интересно и увлекательно видные советские ученые, писатели и журналисты расскажут о новых исследованиях Земли. Эта литература не только обогатит читателя необходимыми знаниями по геологии, географии, океанологии и другим наукам, но и поможет применить эти знания в практической жизни.

Тематика серии «Наука о Земле» разнообразна. Здесь можно встретить научно-популяр-

ные и научно-художественные произведения, рассказывающие о последних достижениях в изучении Мирового океана и природных заповедниках СССР, о новых месторождениях и людях, посвятивших себя исследованию тайн Земли.

«Новое в изучении атмосферы» — так называется книга доктора географических наук Х. П. Погосяна. Научиться управлять погодой — давнишняя мечта человечества. Она возникла еще в те незапамятные времена, когда древний земледelec впервые посадил во вскопанную палкой землю горсть семян. Прошли тысячелетия, наука обогатилась новыми открытиями, но до сих пор человек не научился вызывать

по своей воле дождь, предотвращать тайфуны. Тем не менее новые достижения науки позволяют надеяться, что в недалеком будущем люди овладеют законами погоды, научатся не только точно прогнозировать, но и управлять ею по своему желанию.

«Будущее нашей планеты» — это популярная брошюра о неисчерпаемых запасах природных ресурсов Земли. Большая их часть находится в Мировом океане. Но огромные территории нашей планеты заняты болотами, пустынями, вечной мерзлотой и горными массивами, т. е. практически не используются. О том, как путем искусственного преобразования климата можно изменить лицо земного шара, как проекты

преобразования природы связываются с необходимостью изменения процессов, протекающих в морях и океанах, рассказывает доктор географических наук В. Н. Степанов.

В печати ведется жаркая дискуссия о судьбе Байкала. Ученые, писатели, инженеры выражают свою тревогу по поводу того, что все ли необходимые меры приняты, чтобы строительство промышленных предприятий вблизи Байкала не привело к гибели знаменитого байкальского омуля, к отравлению вод Байкала, этого крупнейшего в мире резервуара чистой пресной воды. Этой теме посвящена брошюра кандидата географических наук Ф. В. Дьяконова «Голубое сердце Сибири».

В 1966 г. серия «Наука о Земле» предполагает также выпуск работ зарубежных ученых и писателей: шведского зоолога и писателя Рольфа Бломберга «Змеи-великаны и страшные ящерицы». Книга расскажет о повадках черной кобры, крокодила, величайшего в мире удава — анаконды, о суевериях индейцев, связанных с жизнью джунглей.

Это лишь некоторые из брошюр, которые будут опубликованы в 1966 г. Все они написаны популярно, доступны самому широкому кругу читателей, их с интересом прочтет ученый и педагог, студент и любознательный школьник.

Н. А. Косаковская
Москва

ТРУД ЭНТУЗИАСТОВ-КРАЕВЕДОВ

ТАМБОВСКАЯ ОБЛАСТЬ

Краткий краеведческий справочник (природа, история, население, культура, хозяйство)
Центрально-черноземное книжное изд-во, 1965, 272 стр., ц. 60 коп.

Уже не первый раз тамбовские географы и краеведы радуют читателей коллективными работами о своей области. Широкая общественность знакома с их интенсивной и разносторонней деятельностью по изучению местного края.

В новой работе тамбовских краеведов приняли участие многие специалисты. Среди них мы видим большую группу натуралистов во главе с В. Н. Тарасевич (главный редактор справочника), историков (Н. А. Окатов, Г. А. Протасов и др.), экономистов (М. К. Снытко и др.), деятелей культуры (Н. Г. Фомин и др.). Книга подготовлена на общественных началах энтузиастами-краеведами, бескорыстно отдающими опыт и знания тем, кто особенно нуждается



ся в сведениях о родном крае — учителям, студентам, учащимся средней школы, пропагандистам, лекторам.

В справочнике свыше 300 статей, расположенных по алфавиту; приложение содержит краткий словарь местных терминов и обширный список литературы по темам. Подобная работа выходит впервые. В этом ее ценность, но отсюда и трудности, как во вся-

ком новом деле. От изданной прежде литературы о тамбовщине это издание отличается большей детализацией и дифференциацией материала, более «справочной» его подачей.

В самом деле, читатель найдет здесь и сведения даже о небольшой речке и селе, о важнейших областных организациях и учреждениях, ознакомится с биографией своих знаменитых земляков и важнейшими историческими событиями Тамбовского края. Большинство статей словаря, в том числе и касающихся природы, написано кратко, достаточно компетентно и в то же время популярно. Дополняют текст картосхемы (в частности по всем районам), хотя некоторое недомогание вызывает отсутствие единообразия в их оформлении. Не всегда удовлетворительны в техническом отношении фотоиллюстрации, несмотря на то, что многие из них содержательны и удачно сняты.

Обращает на себя внимание несоразмерное соотношение от-

дельных тематических разделов в словаре. Так по физико-географической тематике, например, отобрано слишком много рек; их мы встречаем едва ли не на каждой странице, причем взяты на учет даже мелкие ручьи, не говоря уже о незначительных реках, иногда протяженностью менее 10 км (Арженка, Паринка, Питерка, Плоскуша и т. п.). Вместе с тем, не названо ни одного болота из известных 741, ни одного самостоятельного геоморфологического объекта, хотя такие из них как, например, Окско-Донская низменность вполне бы этого заслуживали. Многие озера также упоминаются лишь в общей статье «Озера» (Симерка, Прорва, Лебяжье, Звериное, Курганское, Луниинское и др.).

В то же время, едва ли надо было вносить в словарь Тамбовской области такие термины как,

например, «воздушные массы», «время местное, поясное и декретное», «зона географическая», «континентальные отложения», «морские отложения» и т. д. При объяснении этих слов авторы, в большинстве случаев не дали исчерпывающего объяснения по существу вопроса и лишь вскользь коснулись распространения данного явления на территории Тамбовской области. Но это скорее исключение.

Большой интерес вызывает «Краткий словарь местных терминов». Составители его совершенно справедливо отмечают, что «областные словари дают возможность сохранить слова и обороты речи, которые могут бесследно исчезнуть, видоизмениться или получить иное значение». Поэтому сбор такого материала — уже немалая заслуга авторов. В словарь вошли термины природ-

ного порядка (бучал, вереть, зазимье, приречье), хозяйственные и бытовые слова. Однако следует заметить, что и самый словник и интерпретация некоторых слов не во всех отношениях могут удовлетворить требовательного читателя.

Прекрасное впечатление производит библиография Тамбовской области (к сожалению, составитель ее не указан), не говоря уже об удачно выделенных разделах, о полноте и точности указателя. Интересен и оригинален VI раздел книги, где тщательно подобраны произведения писателей, отразившие так или иначе Тамбовскую область — от Баратынского и Левитова до Демьяна Бедного и Константина Федина.

Г. П. Богоявленский
Московский филиал Географического общества СССР (Москва)

КНИЖНЫЕ НОВИНКИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»

Быков Г. В. ИСТОРИЯ СТЕРЕОХИМИИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ. 365 стр., ц. 50 к.
Поршнев Б. Ф. СОЦИАЛЬНАЯ ПСИХОЛОГИЯ И ИСТОРИЯ. 212 стр., ц. 60 к.
Ушаков Н. Н. НИКОЛАЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ ШИЛОВ. 133 стр., ц. 20 к.

«ЗНАНИЕ»

Бломберг Р. ЗМЕИ-ГИГАНТЫ И ЧУДОВИЩНЫЕ ЯЩЕРЫ. 64 стр., ц. 12 к.
Вязов О. Е., Спитковский Д. М. УСПЕХИ СОВРЕМЕННОЙ БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЫ. 48 стр., ц. 9 к.
Григорьян В. В., Золин В. Ф. ЛАЗЕРЫ СЕГОДНЯ И ЗАВТРА. 48 стр., ц. 9 к.
ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ. Колл. авт., 48 стр., ц. 9 к.
Плотников К. И. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБЩЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА. 96 стр., ц. 18 к.
ПОСАДКА НА ВЕНЕРЕ. Колл. авт., 48 стр., ц. 9 к.

АТОМИЗДАТ

Гагаринский Л. А. ТЕТРАТОРИД УРАНА. 200 стр., ц. 80 к.
Дубинин Н. П. ЭВОЛЮЦИЯ ПОПУЛЯЦИЙ И РАДИАЦИЯ. 800 стр., ц. 3 р. 20 к.
ЕСТЕСТВЕННЫЙ НЕЙТРОННЫЙ ФОН АТМОСФЕРЫ И ЗЕМНОЙ КОРЫ. Колл. авт., 330 стр., ц. 1 р. 20 к.
Карлье Э. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УРАНА. Перев. с франц., 510 стр., ц. 2 р. 30 к.

«МЫСЛЬ»

Аскин Я. В. ПРОБЛЕМА ВРЕМЕНИ В СОВРЕМЕННОМ ЕСТЕСТВОЗНАНИИ И ЕЕ ФИЛОСОФСКОЕ ИСТОЛКОВАНИЕ. 200 стр., ц. 63 к.
ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ. Организм и природная среда. № 69. 176 стр., ц. 88 к.
ВОПРОСЫ НАУЧНОГО АТЕИЗМА, вып. 1 (Теоретические проблемы атеизма и критика религиозных идеологий), 472 стр., ц. 1 р. 78 к.
ИСТОРИЯ СВОБОДОМЫСЛИЯ И АТЕИЗМА В ЕВРОПЕ. 416 стр., ц. 1 р. 18 к.
Комаров В. М. Человек и Вселенная. 211 стр., ц. 35 к.
РУССКИЕ ПРОСВЕТИТЕЛИ. т. I, 439 стр., ц. 1 р. 55 к.; т. II, 477 стр., ц. 1 р. 65 к.

«МИР»

Ледли Р. ПРОГРАММИРОВАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН. Перев. с англ., 644 стр., ц. 2 р. 93 к.
ОПТИЧЕСКИЕ КВАНТОВЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ. Сб. статей зарубеж. авт. 375 стр., ц. 1 р. 63 к.
Орир Дж. ПОПУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. Перев. с англ., Изд. 2-е, 446 стр., ц. 1 р. 43 к.
Фиалковский К. ПЯТОЕ ИЗМЕРЕНИЕ (Фантастика). Перев. с польск., 262 стр., ц. 49 к.

«МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ»

Данин Д. НЕИЗБЕЖНОСТЬ СТРАННОГО МИРА. Изд. 3-е, 378 стр., ц. 95 к.
Смилга В. ОЧЕВИДНОЕ? НЕТ, ЕЩЕ НЕИЗВЕДАННОЕ. 350 стр., ц. 61 к.
Зыков И. ТРИ АКСИОМЫ. (книга посвящена судьбам леса). ц. 75 к.

ПИТОМНИКИ ЯДОВИТЫХ ЗМЕЙ

В связи с опубликованием в № 8 журнала за 1965 г. подборки статей профессоров А. Г. Банникова, З. С. Баркагана и кандидата медицинских наук И. А. Вальцевой «Тайна змеиного яда» в редакцию поступило много писем. В некоторых из них наши читатели интересуются тем, где и как содержат ядовитых змей с целью получения от них драгоценного яда. Мы обратились к известному специалисту-герпетологу, доктору биологических наук О. П. Богданову с этим вопросом. Вот что он нам сообщил.

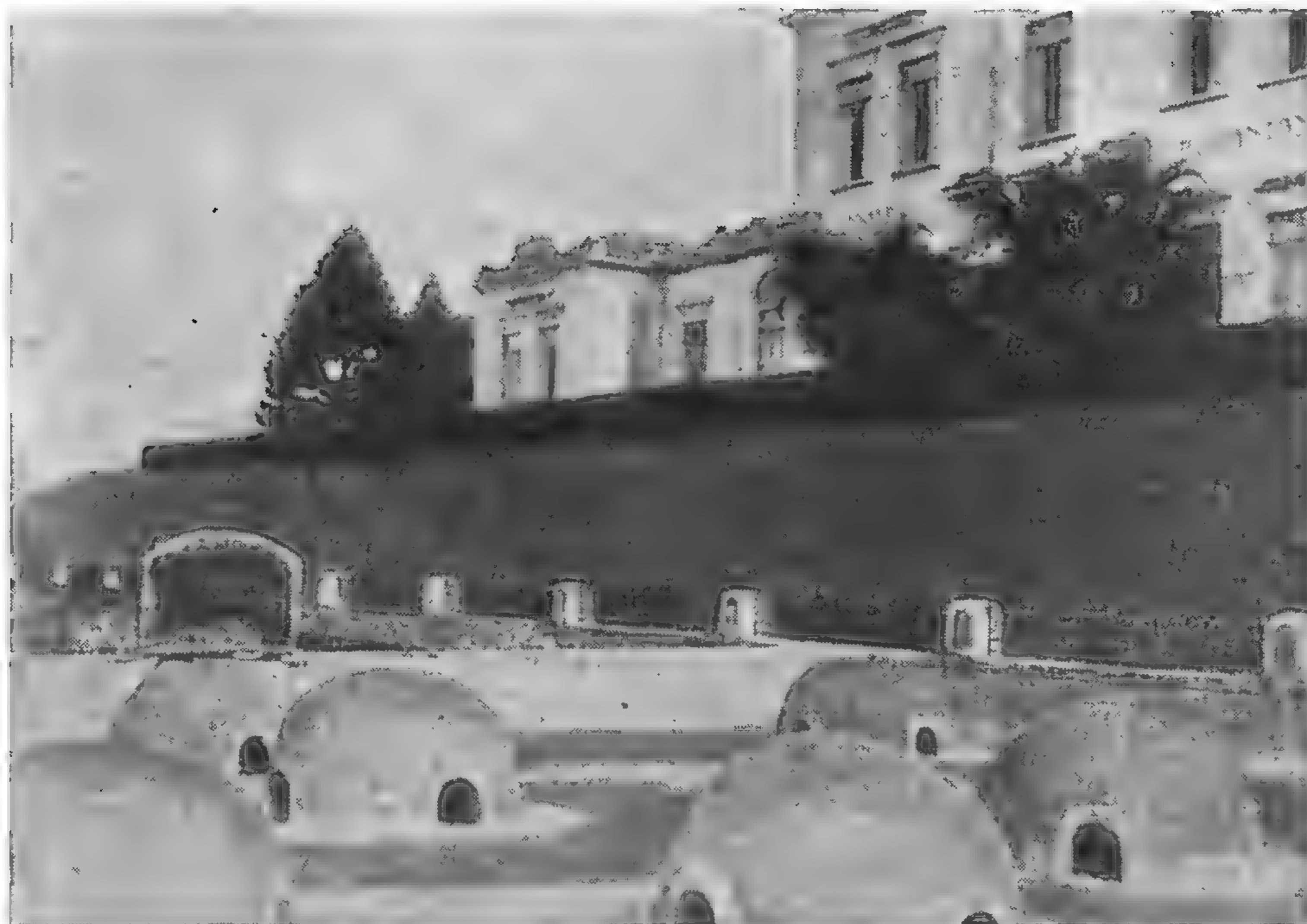
Необходимость получения большого количества змеиного яда, прежде всего для изготовления противоядных сывороток, еще в конце прошлого века привела к созданию первых питомников ядовитых змей — серпентариев.

Один из старейших серпентариев мира — Бутантанский у г. Сан-Паулу (Бразилия) был организован в 1901 г. До сего времени это один из самых крупных питомников мира, в нем содержатся тысячи ядовитых змей. Подобные серпентарии есть в Индии, в странах Африки и других государствах.

В Советском Союзе ядовитых змей с целью до-

бычи яда содержат в Ташкентском зоологическом саду с 1934 г. Затем змеепитомники были организованы в Узбекском институте экспериментальной медицины и в Ташкентском институте вакцин и сывороток.

В настоящее время в трех змеепитомниках нашей страны (в Ташкенте, Фрунзе и Термезе) содержат пять видов змей: кобру, степную гадюку, песчаную эфу и палласова щитомордника. Зимой и летом они живут в небольших клетках. Верх клетки и передняя стенка — в виде двухстворчатой дверцы из металлической сетки, остальные стенки и дно фа-



Старейший змеиный питомник Бутантан у Сан-Паулу. Бразилия

нерные. У задней стенки во всю ее ширину устроены полочки. На них обычно и лежат змеи.

Клетка обогревается электрическими лампами. В ней имеются эмалированные резервуары, в которых змеи купаются и из которых пьют воду. Кроме того, в клетках установлены сбитые из планок пирамиды, через них змеи проползают во время линьки. Температура в клетках зимой колеблется от 21 до 37°, летом она близка к наружной.

Большую часть времени змеи проводят неподвижно. Проглотив пищу, они неречно лежат, не меняя положения, 20—40 час. Голодные змеи медленно ползают по полу клетки, взбираются вверх по стенкам. Иногда они забираются в кюветы с водой и купаются по нескольку часов.

Большинство змей круглый год содержат главным образом в открытых вольерах (площадь 150—1500 м², высота стенок 120—130 см). В Термезе стенки и козырек вольеров сделаны из железобетона, в Ташкенте стенки из металлической сетки, а козырек из оцинкованного железа. Внутри вольеров растет трава, а в середине того, где живут гюрзы, разбит большой виноградник. В каждом есть небольшой цементированный бассейн для купания змей.

В открытых вольерах змеи питаются только в теплое время года, обычно с марта по ноябрь. Живущих в клетках кормят каждые 3—4 дня. В этот период крупные гюрзы получают по 750 г живой пищи ежемесячно. В остальные месяцы им достаточно 250 г пищи. Такой рацион был разработан опытным путем с учетом количественного и качественного состава их пищи в естественных условиях. Интересно заметить, что змеи, попавшие в неволю, продолжают сохранять определенный ритм жизни, и интенсивность питания у них осенью понижается. Электрические лампы в клетках не могут заменить солнечной радиации, поэтому пищеварение у змей в неволе идет хуже. Вот почему в питомниках надо подбирать более мелкие и нежные пищевые объекты.

В питомниках змей кормят преимущественно белыми мышами и крысами. Гюрзы охотно поедают цыплят. Поэтому летом, когда работают инкубаторы, гюрзам дают отходы птицеводства — цыплят-уродцев. Не брезгают они и мертвыми цыплятами. Среднеазиатские кобры и песчаные афы в неволе получают, кроме мышей, еще жаб и лягушек. Кобры охотно заглатывают своих собратьев — неядовитых змей. Степных гадюк подкармливают саранчовыми (саранча, сверчки, кузнечики).

В открытых вольерах змеи частично находят себе корм сами. Гюрзы часами лежат у созревшей кисти винограда и поджидают, когда прилетят воробы. Неоднократно приходилось видеть, как воробы, горлицы, сорокопуты, серые мухоловки и даже сороки не успевали увернуться от стремительного броска гюрзы, на первый взгляд вялой и не-



Гюрза поймана, сейчас ее посадят в клетку для отправки в питомник

подвижной. В то же время некоторые пернатые стали в питомнике нахлебниками. Те же сорокопуты, сороки, а также домовые сычи растаскивают корм предназначенный змеям. Стоит пустить в вольер, белых мышей, как днем появляются сороки и сорокопуты, а ночью сычи. Они стремительно бросаются в вольер, рискуя жизнью, хватают мышонка и улетают.

В вольерах змеи оказываются почти в естественных условиях. Там они переносят неволю лучше, чем в клетках. Затраты на содержание их там значительно меньше, чем в клетках. Не нужно ежедневно убирать, тратить топливо, электроэнергию и т. д. Зимуют змеи в тех же вольерах, в специально сооруженных для этого убежищах, в ямах и гудах камней.

Продолжительность жизни среднеазиатских змей в неволе не одинакова. Лучше всех неволю



В ташкентский змеинный питомник привезли корм

Фото А. Лесняха

переносят гюрзы. Даже при клеточном содержании они живут до двух и более лет. Очень плохо приживаются в клетках степные гадюки, продолжительность жизни которых редко превышает 3-4 месяца. Однако в открытых вольерах в Ташкенте есть степные гадюки, которые живут там уже три года. На втором месте по продолжительности жизни в неволе стоит среднеазиатская кобра, затем палласов питомордник и песчаная эфа. Интересно заметить, что в лучших зарубежных питомниках продолжительность жизни змей, у которых берут яд, даже при вольерном содержании не превышает шести месяцев (Л. Клаубер, 1956; Ф. Талызин, 1963).

Как же берут яд у змей? Самый древний способ сводился к тому, что у змей отрезали голову, высушивали и затем толкли в ступе. Позже из головы убитой змеи стали извлекать ядовитые железы и из них получать яд. При таком способе от змей можно было получить яд только один раз.

В Ташкенте со времени организации Герпетологического отдела, в 30-х годах, яд получали, не убивая змей (Н. Н. Компанцев и В. В. Пестинский, 1939 г.). Техника сводилась к следующему. Змею подцепляли крючком, переносили на стол и прижимали палкой у затылка. Затем свободной рукой хватили ее за шею у самой головы. В это же время подносили к пасти ядоприемник (чашку Петри или стаканчик). Стремясь укусить, змея открывала пасть, ядовитые зубы обнажались. Быстрым движением край склянки подносили под оба зуба и слегка прижимали к ним с их внутренней стороны. Указательным пальцем левой руки нажимали на голову змеи сверху. В этом положении она не могла двигать верхней челюстью. Чтобы извлечь весь запас яда, необходимо было слегка сдавить железы. Поэтому большой и средний пальцы постепенно передвигались с шеи на голову и сжимались снизу и позади глаз,

т. е. над местом расположения ядовитых желез. Таким образом выдавливался весь яд. Момент переноса пальцев с шеи на место расположения желез — наиболее ответственный, именно в это время бывали несчастные случаи.

В 1961 г. мы изменили методику. Яд стали брать при помощи электрического тока. К слизистой оболочке рта подносится два электрода, к которым из электрической сети через трансформатор поступает ток напряжением в 6 в. Такой способ значительно (примерно в три раза) сократил время, необходимое для взятия яда у одной змеи, и уменьшил травмирование животных.

Американский ученый Л. Клаубер сообщает, что опытные сотрудники за час массажем обрабатывают 20 змей среднего размера (около метра). Нам же без особого труда при помощи электротока удавалось взять яд у 60 гюрз длиной 90—130 см, а при необходимости и у 225 степных гадюк за час, получая яда больше, чем при массаже.

Полученный от змей яд высушивают в специальных эксикаторах над хлористым кальцием или путем откачивания воздуха при низкой температуре. Количество выделяемого яда прежде всего зависит от вида змеи, ее размера, промежутка времени между взятиями яда и других причин. Из среднеазиатских змей наибольшее количество яда дает гюрза (в среднем 84,8 мг, предел — 400 мг сухого яда). Он накапливается снова через 20—30 дней, поэтому наиболее рентабельно брать его именно через такие промежутки времени. Это не снижает выхода яда и не вызывает быстрой гибели змей.

Все возрастающий спрос на змеинный яд требует прекращения бесконтрольного уничтожения змей и их вылова. Необходимо создавать специальные заповедники, совершенствовать и расширять питомники для этих животных.

БЕЛКАМ ПРОЛИВ НЕВЕЛЬСКОГО НЕ ПРЕГРАДА!

Летом 1925 г., огромное количество белки обыкновенной скопилось в районе мыса Лазарева. Животные бросались в пролив Невельского и плыли к о-ву Сахалину. Ширина пролива здесь в самой узкой части 7,5 км, но зверьки мужественно переплывали его. Достигнув сахалинского берега, они продолжали распространяться по острову. Одни кочевники следовали на север, к п-ву Шмидта, другие на восток и в бассейны рек Тымь, Набиль, но в основном белки двигались на юг вдоль западного побережья, порою отклоняясь на юго-восток в сторону рек Поронай и Лангери.

На путях своих переходов зверьки не обходили населенных пунктов. Даже в г. Александровске озорные мальчишки целыми днями гоняли проворных белок по крышам и столбам. Добыча беличьих шкурок резко возросла. В зимний сезон 1925—1926 гг. вместо предлагаемых к заготовке 2000 шкурок было принято от охотников свыше 41 000! В следующем сезоне 1926—1927 гг. более 28 000 шкурок.

Будучи в 1929, 1930 и 1931 гг. участником Сахалинской лесо-экономической экспедиции, я заинтересовался этой миграцией белки. К сожалению, в литературе подобное явление не нашло должного отражения. А оно несомненно представляет большой интерес. Существовало мнение, что причиной миграции было заболевание белок на материке. Однако известно, что в 1925 г. в нижнеамурских лесах тоже был зарегистрирован высокий «урожай» белки. Гибель их, о чем упоминали местные жители, по-видимому, была связана с недостатком кормов в лесу. Кроме того, если бы все было связано лишь с болезнью, то животные могли уходить в других направлениях — на север, и запад, и юг, а не бросаться в пролив. Возможно, что современные миграционные пути белки — это наследие тех древних времен, когда на месте Татарского пролива была суша.

[Г. Ф. Стариков]

Кандидат сельскохозяйственных наук
Хабаровск

буждения от спячки — до окончательного схода снегового покрова и появления зеленых лужаек. В это время медведи усиленно грабят запасы бурундуков. В кедровых лесах они запасают исключительно кедровые орехи, причем вес запасов достигает иногда 3—4,6 и даже 8 кг. Как правило, свои запасы бурундук складывает в неглубокие норы. И медведь, и бурундук просыпаются от спячки одновременно. У бурундука, в связи с гоним, резко повышается активность; между норами и кладовыми в это время появляются на снегу тропы, что, несомненно, облегчает медведю отыскивать запасы корма грызунов. О том, что медведь постоянно отыскивает и грабит кладовые бурундука, говорят следующие данные.

На трехкилометровом маршруте, пройденном в верховьях р. Малой Быстрой, в кедровом, в пятиметровой учетной полосе, было зарегистрировано 32 кладовых бурундука, разрытых медведем весной текущего года. В пересчете на 1 га это составляет 21 разрытую нору. Измерение 10 нор, разрытых медведем, показало, что средняя глубина расположения кладовой равна 45 см, размеры ее 15—16 м, длина хода норы колеблется от 1 м до 3,5 м. Разрывая норы, медведь глубоко «перепаживает» верхний почвенный слой и вносит изменения в микрорельеф.

Как правило, раскопку норы бурундука медведь начинает непосредственно от входа и, по мере углубления норы, сдирает весь выпележащий почвенный слой, выбрасывая до 0,8 м грунта. Нередко ему приходится при этом выворачивать многопудовые камни. Наши подсчеты показывают, что медведи ежегодно, разрывая бурундуки норы, выбрасывают до 10 м грунта и нацело сдирают почвенный покров с площади в 7—9 м на 1 га. В итоге образу-

БУРЫЙ МЕДВЕДЬ В КЕДРОВОЙ ТАЙГЕ ПРИБАЙКАЛЬЯ

В горных районах Прибайкалья водится много бурых медведей. Во время работы в западной части Хамар-Дабана мы познакомились с одной весьма интересной стороной деятельности этого хищника.

Здесь, в горной тайге медведи наиболее плотно населяют пояс кедровых лесов, богатых высокоценными кормами — кедровыми орехами и ягодами. Ранним летом на еубальпийских лужайках, по долинам ключей и заболоченным участкам появляется масса

черемши, которой медведи усиленно питаются до середины лета, а потом, до созревания кедровых орехов живут в основном за счет ягод (черники, голубики). С начала созревания кедровых орехов и до залегания в спячку медведи почти полностью переходят на питание кедровыми орехами. Разумеется, медведи никогда при случае не отказываются и от животной пищи, но роль ее в общем кормовом балансе невелика.

Критический период в жизни медведя наступает с момента про-

ются многочисленные ямы, которые под действием талых весенних вод и летних дождей заплывают глиной и зарастают мхами, ягодными кустарниками (черникой, брусникой), осокой и вейником. В кедровниках рододендроновых, где кустарниковый ярус образован сплошными зарослями кашкары, на месте вырытых зверем и затем заплывших ям кашкара оказывается выкорчеванной. На образовавшихся блюдцеобразных углублениях усиленно растет брусника, черника, осока и вейник. Позднее эти углубления вновь заселяет кашкара, под пологом которой даже ягодные ку-

старнички выглядят весьма угнетенно, а травянистые растения вообще редки.

Уничтожая кладовые бурундука, медведь, во-первых, выкорчевывает кашкару и этим вносит определенное разнообразие в экологическую ситуацию нижнего яруса леса, главным образом в сторону увеличения общих запасов ягодных и зеленых кормов. Во-вторых, медведь выступает как конкурент соболя. Весной и ранним летом, когда основные группы растительных кормов соболя — орехи и ягоды — почти полностью отсутствуют, а мышевидные грызуны еще малочисленны, бурундук, несомненно, играет важ-

ную роль в питании соболя. Истребляя запасы бурундуков, медведь обрекает зверьков на голодание в период, когда у них начинается период размножения. А это не может не отразиться на общей численности бурундуков. Систематическое преследование со стороны медведя вынуждает бурундуков с максимальной скоростью селиться по окраине россыпей, где собранные ими запасы в большинстве случаев для него недоступны.

Наконец, определенную роль играет медведь и в почвообразовательном процессе, вынося на поверхность массу грунта.

М. П. Тарасов

В НОМЕРЕ:

По страницам научных журналов. Море и нефть (111). Спрессованное магнитное поле (112).

Новости, события, факты. Автомат для классификации бактерий (38). Химический контроль поведения. Э. М. Рутман (67). Новое о гастрине (110).

Встреча подводных исследователей О. Б. Мокиевский (113). Автоматическая регистрация космических лучей. К. К. Федченко (113). Лаборатория под водой «Силэб-2». А. А. Черноз, В. Г. Самарин (114). Европейский журнал по проблемам рака (114). Ядерная энергия при исследовании Луны и мор-

ских глубин (115). Новый медно-никелевый сплав (116). «Бентос-300» (116). Антарктическая установка для опреснения воды (117). Растения — индикаторы загрязнения воздуха (117). Замазка для металлов (118). Экспедиция в недра Земли (118).

Заметки и наблюдения. Лада-данная сосна в Колхиде. А. И. Мжавия (44).

Книги. Очерк о внеземной жизни (Жизнь во Вселенной). Акбар Турсунов (119). Хорошее начинание (Путешествия и географические открытия в XV—XIX веках). А. И. Алексеев (120). Новое в жизни, науке, технике (Книги

изд-ва «Знание», серия «Наука о Земле» в 1966 г.). Н. А. Косаковская (121). Труд энтузиастов-краеведов (Тамбовская область, Краткий краеведческий справочник). Г. П. Богоявленский (122). Книжные новинки (123). Коротко о книгах (32, 57, 63, 89).

Ответы на вопросы читателей. Питомники ядовитых змей О. П. Богданов (124).

Календарь природы. Белкам пролив Невельского не преграда! Г. Ф. Стариков (127). Бурый медведь в кедровой тайге Прибайкалья. М. П. Тарасов (127).

Художественный редактор З. Н. Тарасенко

Технический редактор Д. И. Флейшман

АДРЕС РЕДАКЦИИ: Москва, Ж-127, ул. Осипенко, 52, тел. В 1-76-80

Подписано к печати 6/VI 1966 г.
Уч.-изд. л. 13,39

Т-08163

Бум. л. 4

Формат бумаги 84×108¹/₁₆

Тираж 32000 экз.

Печ. л. 13,12+3 вклейки

Заказ 460

**В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ
„НАУКА“**

ГОТОВИТСЯ К ПЕЧАТИ

**Баренбойм Г. М., Доман-
ский А. Н., Туроверов К. К.**

**ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ
БИОПОЛИМЕРОВ И КЛЕТОК**

В книге анализируются и обобщаются данные о люминесценции белков, нуклеиновых кислот, синтетических биополимеров и клеток. Введение знакомит читателя с основами люминесценции сложных молекул. В последующих главах рассматривается фото-, радио- и хемилюминесценция биологических объектов. Особое внимание уделено связи фотолюминесценции с конформацией биополимеров. Данные по радиолюминесценции анализируются в связи с некоторыми проблемами радиобиологии. Разнообразный материал представлен по биохемилюминесценции. Заключительные главы посвящены особенностям регистрации люминесценции биологических объектов, фотометрии сверхслабых свечений и описанию серии разработанных авторами установок.

Книга рассчитана на научных работников: биологов, физиков и химиков, а также студентов старших курсов соответствующих вузов.

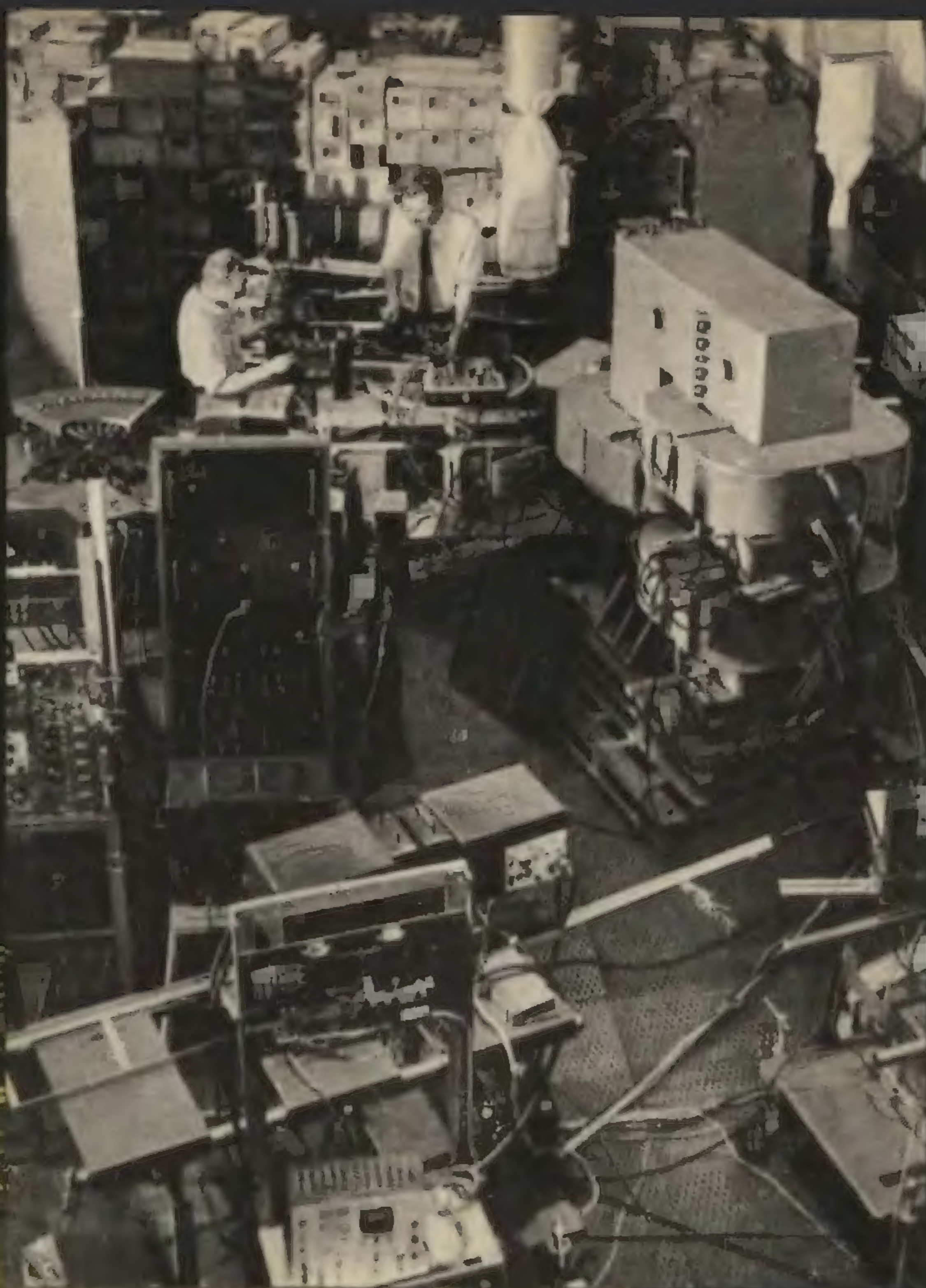
Объем книги 14 л.; Цена 1 р. 10 к. (ориентировочно). Ввиду ограниченности тиража желательны предварительные заявки.

Заказы направляйте по адресу: Москва, Центр. Б. Черкасский пер., 2/10, контора „Академкниги“, магазин „Книга — почтой“, или в ближайший магазин „Академкниги“: Москва, ул. Горького, 8 (магазин № 1); Москва, ул. Вавилова, 55/5 (магазин № 2); Ленинград, Д-120, Литейный пр., 57; Свердловск, ул. Белинского, 71-в; Новосибирск, Красный проспект, 51; Киев, ул. Ленина, 42; Харьков, Уфимский пер., 4/6; Алма-Ата, ул. Фурманова, 139; Ташкент, ул. Карла Маркса, 29; Ташкент, ул. Шота Руставели, 43; Баку, ул. Джапаридзе, 13; Уфа, проспект Октября, 129.

«АКАДЕМКНИТА»

50 коп.

Индекс 70707



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»